

**MINISTÈRE DE LA REGION WALLONNE
CONFERENCE PERMANENTE DE DEVELOPPEMENT TERRITORIAL**

**RAPPORT FINAL DE LA SUBVENTION
2003-2004**

Septembre 2004

**THÈME 2
CONTRIBUTION DU DEVELOPPEMENT
TERRITORIAL A LA REDUCTION DE
L'EFFET DE SERRE**

**Université Catholique de Louvain
CREAT**

**Université de Liège
LEPUR**

Equipe de recherche

LEPUR - ULg :

Véronique Boniver

Delphine Daxhelet

Fadima Keita

Anne-Catherine Klinkenberg

Jean-Marc Lambotte

Théodoro Moccia

CREAT – UCL :

Sophie De Coninck

Christophe Derzelle

Roger Hagelstein

Coordination :

Marie-Laurence De Keersmaecker

Roger Hagelstein

MESURES A PRENDRE EN AMENAGEMENT DU
TERRITOIRE POUR LIMITER LA CROISSANCE DE LA
MOBILITE - VOITURE

INTRODUCTION **14****CHAPITRE I : ÉVALUATION DES MESURES RELATIVES AUX DEPLACEMENTS
DOMICILE- TRAVAIL SOUS L'ANGLE DES LOGIQUES COMPORTEMENTALES** **15**

1. INTRODUCTION	15
1.1 CROISSANCE DE LA MOBILITE LIEE AU MOTIF DU TRAVAIL	15
1.2 LES COMPORTEMENTS DE MOBILITE LORS DE DEPLACEMENTS DOMICILE - TRAVAIL	15
1.3 ENJEUX	18
1.4 ENSEIGNEMENTS POUR LA PRISE DE MESURES	19
2. ÉVALUATION DES PLANS DE TRANSPORT D'ENTREPRISE SOUS L'ANGLE DES LOGIQUES COMPORTEMENTALES	20
2.1 LES FACTEURS D'INFLUENCE	20
2.2 LES ATTITUDES ET ETAPES DE MISE EN PLACE	27
2.3 LES MESURES DESTINEES AUX ORGANISATIONS	28
2.4 LES MESURES DESTINEES AUX EMPLOYES	32
2.5 LA PARTICIPATION SUR BASE VOLONTAIRE	38
2.6 CONCLUSION	40
3. EVALUATION DU TELETRAVAIL SOUS L'ANGLE DES LOGIQUES COMPORTEMENTALES	41
3.1 UN CONCEPT COMPLEXE	41
3.2 LES FACTEURS D'INFLUENCE	42
3.3 COMPORTEMENTS DE TELETRAVAIL	54
3.4 L'ACCEPTABILITE DE LA MESURE PAR LES DIFFERENTS ACTEURS	57
3.5 LE CAS DES TELECENTRES	58
3.6 LES EFFETS PERVERS ?	59
3.7 CONCLUSION	60

**CHAPITRE II : ÉVALUATION DES EMISSIONS DE CO₂ SUIVANT DIFFERENTS
SCENARIOS D'AMENAGEMENT EN REGION WALLONNE** **62**

1. INTRODUCTION	62
1.1 LE MODÈLE DANS SON ENSEMBLE	63
1.2 STRUCTURE DU RAPPORT	65
1.3 PROGRESSION DES TRAVAUX DEPUIS SEPTEMBRE 2003	65
2. UN POINT DE DEPART : L'ABC NEERLANDAIS	66
2.1 COMMENT METTRE EN PLACE UNE POLITIQUE DE CE GENRE EN REGION WALLONNE ?	66
3. OBJECTIFS DE LA CARTOGRAPHIE DES PARTS MODALES	69
4. METHODE UTILISEE EN VUE DE LA CARTOGRAPHIE DES PARTS MODALES ATTENDUES	70
4.1 MESURES DE BASE DE L'ACCESSIBILITE	70
4.2 MESURES DES PARTS MODALES ATTENDUES	78
5. RESULTATS : ESTIMATION DES PARTS MODALES ATTENDUES	81
5.1 CRITERES MIS EN EVIDENCE POUR ESTIMER LA PART MODALE ATTENDUE	81
5.2 COEFFICIENTS DE CORRELATION	87
5.3 RESULTATS : CARTES D'ACCESSIBILITE EN PARTS MODALES ATTENDUES	87
5.4 CARTES D'ACCESSIBILITE : UN OUTIL D'AIDE A LA DECISION	95
6. PRECISIONS RELATIVES AUX PHASES SUIVANTES	102
6.1 PART MODALE DE LA VOITURE	102

6.2	PART MODALE DES DEPLACEMENTS DOMICILE - GARE	103
6.3	DISTANCE MOYENNE PARCOURUE EN VOITURE ATTENDUE EN TOUT POINT DU TERRITOIRE	106
6.4	ESTIMATION DU CO ₂ EMIS PAR UNITE DE DISTANCE	106
6.5	SCENARIOS DE DISTRIBUTION DE L'EMPLOI ET DES POPULATIONS	106
6.6	INTEGRATION DES DIFFERENTS MODULES DU MODELE	107

CHAPITRE III : ÉVALUATION DE COMBINAISONS DE MESURES LIEES A L'AMENAGEMENT DES QUARTIERS ET A LA MOBILITE : PREMIERS RESULTATS 108

1.	PRESENTATION DU MODELE CANADIEN	108
1.1	DESCRIPTION DU MODELE	108
1.2	VARIABLES	109
1.3	POUVOIR EXPLICATIF DE CHAQUE VARIABLE	109
1.4	RESULTATS PRODUITS	111
1.5	LIMITES DE L'APPROCHE – POSSIBILITES D'INTERVENTION DE L'UTILISATEUR	111
2.	APPLICATION EN WALLONIE	112
2.1	CHOIX DE L'AGGLOMERATION ET DES QUARTIERS	112
2.2	RECOLTE DE DONNEES	113
2.3	RESULTATS BRUTS ET COMMENTAIRES	118
2.4	RESULTATS AMELIORES	122
2.5	SCENARIOS	133
2.6	MISE EN PARALLELE AVEC LES CARTES D'ACCESSIBILITE DU LEPUR	134
3.	PERSPECTIVES	138

CHAPITRE IV : RESULTATS ET PERSPECTIVES 139

BIBLIOGRAPHIE 141

1.	EVALUATION DES MESURES RELATIVES AUX DEPLACEMENTS DOMICILE- TRAVAIL SOUS L'ANGLE DES LOGIQUES COMPORTEMENTALES	141
1.1	LES DEPLACEMENTS DOMICILE - TRAVAIL	141
1.2	PLANS DE TRANSPORT D'ENTREPRISE	141
1.3	TELETRAVAIL	143
2.	EVALUATION DES EMISSIONS DE CO₂ SUIVANT DIFFERENTS SCENARIOS D'AMENAGEMENT EN REGION WALLONNE	145
3.	EVALUATION DE COMBINAISONS DE MESURES LIEES A L'AMENAGEMENT DES QUARTIERS ET A LA MOBILITE : PREMIERS RESULTATS	145

ANNEXES 147

INTRODUCTION

Le premier volume du présent rapport s'attache aux déplacements des personnes et des ménages ainsi qu'aux émissions de gaz à effet de serre (principalement de CO₂) qui y sont liées. Son objectif est l'évaluation de ces émissions et la détermination des facteurs d'aménagement du territoire, de mobilité et de comportement qui les influencent, dans une optique de choix des mesures ou des paquets de mesures « Kyoto » les plus efficaces.

Le chapitre 1 propose tout d'abord une analyse sous l'angle des logiques comportementales des ménages et des entreprises de deux mesures visant déplacements domicile-travail : les plans de transport d'entreprise et le télétravail. Cette analyse complète les travaux d'analyse des comportements, présentés principalement dans les rapports précédents, et destinés à accroître l'efficacité d'éventuelles mesures par la connaissance des processus de décision des acteurs de la mobilité.

Le chapitre 2 présente une modélisation développée par les chercheurs de la CPDT : il permet à l'heure actuelle de visualiser, pour toute la Région wallonne et à toutes les échelles, l'accessibilité des lieux par les modes alternatifs à la voiture. Une série de cartes quantifie en effet les parts modales attendues, en tout point du territoire régional, de chacun de ces modes (train, bus et modes lents). Elles constituent un outil précieux d'aide à la décision en matière d'implantation de logements, de services, d'emplois... de toute activité génératrice de déplacements, s'il s'agit de maîtriser l'usage de la voiture. A moyen terme, ce travail permettra également des estimations d'émissions de CO₂ générées par les trajets motorisés sur notre territoire, mais aussi l'estimation CO₂ de l'impact de diverses politiques d'aménagement du territoire en terme de localisation de l'emploi et des logements.

Le chapitre 3 concerne lui aussi l'évaluation CO₂ de mesures d'aménagement du territoire et de mobilité. On y utilise une méthode de calcul d'émissions développée au Canada, qui permet d'estimer les quantités de CO₂ produites par les déplacements des résidents de quartiers choisis. Cette méthode poursuit le même objectif final que celle décrite dans le chapitre 2, mais a cependant été utilisée parallèlement à cette dernière car :

- elle permet de tester l'efficacité d'un éventail différent de mesures ;
- elle fonctionne à l'échelle des quartiers, existants ou en projet, et constitue un outil intéressant d'aide à la décision.

Toutefois, cet outil n'étant pas encore adapté aux réalités comportementales et de terrain wallonnes, les résultats bruts sont complétés par une série de corrections et d'adaptations à introduire.

Pour terminer, le chapitre 4 conclut ce volume. On le voit, les diverses facettes du travail convergent vers un même objectif : évaluer, en termes de réductions possibles des émissions de gaz à effet de serre, différentes mesures – individuelles ou en « paquets » – (chapitres 2 et 3) et mettre en évidence les moyens de les rendre plus efficaces (chapitre 1) ; ceci afin d'aboutir à des **recommandations quant aux voies à suivre en Région wallonne pour rencontrer les objectifs de Kyoto**. Si ce sont les outils d'aménagement du territoire et de la mobilité qui sont traités ici, et par conséquent des émissions en provenance des **transports**, le volume 2 du présent rapport aborde, dans un second temps, l'évaluation des politiques relatives aux émissions de GES en provenance des **bâtiments**. *In fine*, c'est un ensemble de recommandations cohérentes en aménagement et en urbanisme qui pourra être dégagé.

Chapitre I : ÉVALUATION DES MESURES RELATIVES AUX DEPLACEMENTS DOMICILE- TRAVAIL SOUS L'ANGLE DES LOGIQUES COMPORTEMENTALES

1. INTRODUCTION

1.1 CROISSANCE DE LA MOBILITE LIEE AU MOTIF DU TRAVAIL

Ces dernières décennies, la distance des déplacements vers le travail n'a cessé d'augmenter en Région wallonne pour atteindre une moyenne de 23 km en 1999 (CPDT, 2003, d'après Hubert et Toint, 2002). Si l'on tient compte des trajets réalisés pour raisons professionnelles et des distances parcourues pour rentrer au domicile, le travail continue de représenter une part significative des kilomètres parcourus quotidiennement.

De même, les durées des déplacements vers le travail augmentent pour atteindre en 1999 une moyenne de 27 minutes en Région wallonne (CPDT, 2003, d'après Hubert et Toint, 2002).

Différents facteurs expliquent ces tendances (CPDT, 2003). L'accès à l'automobile et la performance accrue des transports ont, tout d'abord, permis des choix de localisation plus vastes qui à leur tour influencent les flux de déplacements domicile – travail et l'utilisation des différents modes de transport (Aguiléra et Mignot, 2002).

La complexification et la spécialisation du marché de l'emploi et l'augmentation du nombre de ménages à plusieurs actifs ont également contribué à modifier les déplacements domicile – travail (Pooley et Turnbull, 2000).

De façon générale, la perception de l'offre de transport et l'analyse des déterminants de la demande présentés dans le rapport final de septembre 2003 ont mis en évidence une série d'attitudes et de critères de choix qui contribuent à expliquer les comportements de mobilité des usagers (CPDT, 2003).

Nous proposons à présent de compléter ces observations avec certaines recherches plus spécifiques aux déplacements domicile – travail de façon à éclairer sous un autre angle cette question. Après avoir rappelé les parts modales en Belgique, nous envisagerons une analyse historique des attitudes envers les différents modes dans le cadre des déplacements vers le travail et appliquerons le concept de ratio déplacement – temps à ce motif de déplacement.

1.2 LES COMPORTEMENTS DE MOBILITE LORS DE DEPLACEMENTS DOMICILE - TRAVAIL

1.2.1 Les parts modales

En Belgique, la part des déplacements vers le travail effectués en voiture, en tant que conducteur ou passager, est passée de 37% en 1970 à 68% en 1999 (CPDT, 2003, d'après Hubert et Toint, 2002). En termes de substitution, les déplacements des passagers de voiture remplaceraient des trajets typiquement réalisés en transport public tandis que ceux des conducteurs couvrent une gamme plus variée de distances (Curtis et Headicar, 1997).

Les parts des déplacements effectués en transport public urbain et en train s'élèvent respectivement à 10% et 8% en 1999. Le train atteint cependant une part modale en kilomètres de 15% pour les trajets de 30 à 50 kilomètres et de plus de 50% pour les distances supérieures à 70 km (CPDT, 2003, d'après Hubert et Toint, 2002).

Enfin, le vélo(moteur) et la marche représentent respectivement 8% et 4% des déplacements réalisés vers le travail. Etant donné les différences de traditions et d'attitudes à l'égard du vélo, on peut toutefois s'attendre à ce que sa part modale soit, en grande partie, due aux comportements observés en Flandre.

1.2.2 Les attitudes envers les différents modes : une perspective historique

Selon une étude britannique, les raisons de l'usage des différents modes de transport utilisés pour les déplacements vers le travail ont été assez stables au cours du XX^{ième} siècle. Ils soulignent par ailleurs les attitudes différentes des hommes et des femmes à ce sujet (Pooley et Turnbull, 2000).

Les raisons de marcher semblent assez similaires dans le temps : coût, plaisir de la marche, côté pratique et indépendance vis-à-vis de transports publics peu fiables sont différents éléments qui apparaissent de façon récurrente. La barrière la plus souvent évoquée est la distance entre le domicile et le travail (Pooley et Turnbull, 2000). De façon générale, d'autres éléments relatifs à la conception et à l'aménagement des voiries ainsi qu'à la sécurité et à l'environnement peuvent aussi influencer cette pratique (CPDT, 2003).

Les motifs pour aller travailler à vélo sont aussi assez constants bien que le respect environnemental soit apparu plus récemment. Vitesse relative, flexibilité, exercice, coût et manque d'attrait ou d'alternatives des transports publics apparaissent régulièrement dans les enquêtes. A cela s'ajoute souvent les contraintes d'organisation du travail.

Les parts modales du vélo dans les villes britanniques étudiées étaient il y a à 60 à 70 ans d'environ 20% pour les hommes et de 10% pour les femmes. Les barrières déjà évoquées alors étaient le trafic, le temps et la nécessité de se changer une fois arrivé sur le lieu de travail. A partir des années 50, la part modale du vélo a commencé à diminuer de façon régulière (Pooley et Turnbull, 2000).

Ces recherches ont été menées en Grande-Bretagne, où la part modale du vélo est relativement faible par rapport aux Pays-Bas, au Danemark ou à la Suède⁷ (Bergström et Magnusson, 2003, d'après Statistics Sweden, 1998). Les résultats de ces différentes enquêtes d'attitudes doivent donc s'apprécier en fonction de la culture, des préférences et d'éléments physiques comme la topographie, le climat, les distances ou la conception et l'aménagement des voiries (CPDT, 2003 ; Bergström et Magnusson, 2003). Elles suggèrent néanmoins que dans la plupart des cas, la capacité du vélo de toucher une vaste portion des navetteurs est limitée et elles peuvent aider à la compréhension de faibles parts modales observées actuellement en Région wallonne.

Les attitudes vis-à-vis des transports publics ont davantage varié au cours du temps. Parmi les raisons d'utiliser ces modes pour aller travailler, on trouve le coût et le manque d'alternatives, reflétant en particulier la position d'usagers captifs. Quant aux utilisateurs des transports publics non captifs, ils citent, de tout temps, comme motifs le trafic et la possibilité de mener à bien d'autres activités durant le déplacement, en particulier parmi les femmes. Les barrières évoquées se rapportent à la lenteur, au manque de fiabilité et au coût, entraînant une utilisation accrue du vélo dans les années 1930 et 1940 et ensuite de la voiture à partir des années 60 (Pooley et Turnbull, 2000 ; Curtis et Headicar, 1997). Les

⁷ 14% à 15% des déplacements vers le travail sont réalisés à vélo en Suède.

hommes mentionnent aussi la promiscuité tandis que la sociabilité que permet le transport en commun est plus appréciée des femmes. Les hommes critiquent également le manque de flexibilité et d'indépendance, des besoins auxquels ont répondu le vélo et, ensuite, la voiture. De façon générale, il semble qu'une amélioration du rapport qualité – prix peut attirer une partie de la population, bien qu'une aversion profonde s'observe dans certains groupes (Pooley et Turnbull, 2000).

Parmi les motivations de l'utilisation de la voiture, la vitesse, le côté pratique et le manque de transports publics apparaissent de façon récurrente. On observe cependant une évolution au fil du temps. La voiture, d'abord objet de loisirs, a été progressivement utilisée pour les déplacements professionnels en raison d'une complexification des déplacements, liée aux nouvelles localisations résidentielles et d'emplois. La diffusion des voitures de société et des indemnités de kilométrage a par ailleurs contribué à cette tendance. Si les attitudes des hommes et des femmes varient généralement au cours du temps, on observe néanmoins un rapprochement des comportements de ces deux groupes de population. Enfin, il apparaît que le transfert vers la voiture s'est davantage fait aux dépens du vélo et de la marche que des transports publics (Pooley et Turnbull, 2000).

Cette recherche qui étudie les attitudes et les comportements de déplacements domicile-travail à travers le siècle dernier est bien sûr spécifique aux villes britanniques dans lesquels elle a été menée. Elle met cependant en évidence une certaine constance dans les motivations et dans les facteurs de choix des navetteurs.

Ce cheminement historique souligne par ailleurs l'importance d'une série de déterminants présentés dans le rapport final de septembre 2003 et dans plusieurs recherches sur les déplacements domicile – travail (Curtis et Headicar, 1997). Les caractéristiques de temps, parmi lesquelles la vitesse et la fiabilité, la flexibilité, l'indépendance et les préférences personnelles – comme conduire, mener des activités dans les transports publics, faire de l'exercice ou contribuer au respect de l'environnement – semblent donc être essentiels à la compréhension des choix modaux. Les usagers chercheraient à les optimiser sous certaines contraintes de budget, de distance, de temps et d'organisation - comme de réaliser des chaînes de déplacements ou de se changer sur le lieu de travail après avoir réalisé un déplacement à vélo.

C'est ce que confirment aussi plusieurs études contemporaines au sujet des déplacements vers le travail, qui évoquent notamment des critères temps, de coût et des contraintes liées aux caractéristiques du ménage et à la durée des navettes (de Palma et Rochat, 2000). De même, Curtis et Headicar (1997) mentionnent l'influence sur le choix modal de contraintes liées à la distance, à la durée des trajets, au nombre d'heures prestées, au type de travail et à la disponibilité d'une voiture de société ou d'indemnités.

Rappelons, à ce sujet, que ces contraintes peuvent aussi représenter un seuil minimal à satisfaire. C'est en particulier le cas de la durée des navettes dont le rôle de transition est apprécié par certains usagers (CPDT, 2003, d'après par exemple Salomon et Mokhtarian, 1998).

Cette analyse a en outre permis de rappeler les dissemblances que l'on peut observer parmi les différents segments de la population, notamment selon le genre ou le style de vie, lui-même influencé par la localisation résidentielle, la position sociale ou l'âge (de Palma et Rochat, 2000). Curtis et Headicar (1997) mentionnent aussi l'influence des variables socio-économiques sur la perception de la faisabilité et la propension à choisir des modes alternatifs lors de déplacements vers le travail. Ces observations nous rappellent à nouveau l'importance d'une approche adaptée en fonction des types de déplacements et des groupes de population impliqués.

1.2.3 Le ratio déplacement - temps

Le ratio déplacement – temps se définit comme le total des déplacements vers et depuis un lieu d'activité divisé par la durée totale des déplacements et de l'activité (Schwanen et Dijst, 2002, d'après Dijst et Vidakovic, 2000). Appliqué aux déplacements vers le travail, il offre une analyse complémentaire aux mesures classiques de durée et de distance.

Il apparaît tout d'abord que la durée des navettes est corrélée positivement avec le temps de travail, sous respect néanmoins de certaines contraintes. Lorsque la durée du travail et des déplacements dépasse un certain seuil, certains préfèrent en effet minimiser le temps des trajets plutôt que la durée du travail. Et lorsque la journée de travail est fort longue, des contraintes « physiques » comme la fatigue, entrent également en ligne de compte, limitant les navettes (Schwanen et Dijst, 2002, d'après Hägerstrand, 1970).

Le mode utilisé, les heures de pointe, le budget, la densité et la localité sont autant de facteurs qui influencent également cet équilibre entre déplacements et durée de travail (Schwanen et Dijst, 2002). Il dépend en outre des variables socio-démographiques, nous rappelant les comportements et besoins différents des groupes de population (CPDT, 2003).

De façon générale, le ratio des personnes passant plus de 4 heures sur le lieu de travail ne dépasse habituellement pas 0,2 à 0,25, soit un maximum de 2h40 de navettes pour une journée de travail de 8 heures. Si l'on applique ce concept au travail à temps partiel, les durées acceptables de navettes sont bien sûr moins longues. A ce premier frein au transfert modal s'ajoute le fait que les abonnements de transports publics sont moins intéressants pour les travailleurs à temps partiels (Cervero, 2002).

1.3 ENJEUX

Beaucoup d'auteurs s'accordent sur l'importance des déplacements domicile – travail dans le cadre d'une politique de mobilité durable. L'importance et la croissance de ces déplacements, en particulier durant les heures de pointe, expliquent l'intérêt important que la recherche leur porte ces dernières années.

Le caractère structurant et régulier dans le temps et l'espace de ces déplacements devrait par ailleurs rendre l'organisation d'alternatives plus aisée que pour des trajets imprévisibles, comme ceux de loisirs (Pooley et Turnbull, 2000 ; CPDT, 2003).

A l'inverse, les horaires auxquels sont soumis les employés peuvent influencer les éventuelles modifications comportementales. Dans cet esprit, plusieurs études mettent en évidence, au moyen de paramètres psychophysiologiques, le stress généré par les navettes réalisées en voiture et en train⁸ (Wener, Evans, Phillips et Nadler, 2003, d'après Bellett et al., 1969, Robinson, 1989, Simonson et al., 1968 et Singer et al., 1978 ; CPDT, 2003). De même, la nature habituelle de ces trajets peut rendre plus difficiles les changements de comportements des navetteurs.

Mais l'enjeu est important et parvenir à un transfert modal des déplacements vers le travail est susceptible d'affecter également les autres sphères de vie des usagers. Les données de l'enquête nationale britannique mettent par exemple en évidence le lien entre les navettes et la dépendance à la voiture de façon plus générale (Curtis et Headicar, 1997, d'après National Travel Survey, Department of Transport, 1994).

⁸ L'influence du stress des navettes sur le travail sera abordée dans la section suivante de ce travail.

Enfin, les déplacements domicile- travail sont en moyenne soumis à une forte congestion, engendrant dès lors des émissions de CO₂ supérieures aux trajets fluides⁹.

Dans cet esprit, nous proposons de compléter par une analyse des logiques comportementales deux mesures visant à réduire ces déplacements, étudiées dans le cadre des travaux de ce thème en 2003 (CPDT, 2003).

1.4 ENSEIGNEMENTS POUR LA PRISE DE MESURES

Les analyses historiques britanniques révèlent des attitudes relatives à la marche et au vélo assez similaires dans le temps. Elles se traduisent par des parts modales du vélo historiquement assez « faibles ».

La capacité du vélo de toucher une vaste portion des navetteurs semble limitée dans les régions où le vélo occupe une place réduite dans les traditions et la culture.

Les attitudes vis-à-vis des transports publics varient davantage au cours du temps et en fonction du sexe. Les caractéristiques évoquées suggèrent qu'une amélioration du rapport qualité – prix peut permettre d'accroître la satisfaction des utilisateurs. Certains groupes font toutefois preuve d'une aversion profonde.

L'amélioration de transports publics devrait contribuer à répondre à certains groupes de population, comme les femmes. Des mesures restrictives s'imposent toutefois en parallèle.

La diffusion des voitures de société et des indemnités de kilométrage a contribué à l'augmentation de l'utilisation de la voiture pour les déplacements domicile – travail.

Limitier les voitures de société et développer d'autres avantages salariaux est une mesure à envisager.

Il apparaît que le transfert vers la voiture s'est davantage fait aux dépens du vélo et de la marche que des transports publics.

Les transports publics doivent concurrencer les avantages de rapidité et de flexibilité de la voiture.

Différents besoins et segments de population coexistent.

Il est important d'adapter l'approche en fonction des types de déplacements et des groupes de population impliqués.

Selon le ratio déplacement – temps, les durées acceptables de navettes pour les travailleurs à temps partiel sont moins longues. A ce premier frein au transfert modal, s'ajoute le fait que les abonnements de transports publics sont moins intéressants pour les travailleurs à temps partiels.

Il est important d'offrir des formules d'abonnement qui correspondent aux besoins des différents types de travailleurs.

Les déplacements vers le travail génèrent de nombreux kilomètres et sont en croissance. Ils possèdent en outre un caractère structurant et habituel et entraînent une congestion certaine.

Les déplacements vers le travail font partie des déplacements les plus problématiques et nécessitent la mise en place d'instruments.

⁹ A titre indicatif, rappelons qu'une voiture essence émet 1.440 g de CO₂ par km dans les bouchons, 430 g dans le cas d'une circulation urbaine lente et 170 g dans le cas d'une circulation urbaine fluide (MIES, 1999).

2. ÉVALUATION DES PLANS DE TRANSPORT D'ENTREPRISE SOUS L'ANGLE DES LOGIQUES COMPORTEMENTALES

Si les plans de transport d'entreprise visent en principe la gestion durable de tous les déplacements liés à l'activité de l'entreprise, la majorité des plans de transport réalisés jusqu'à présent concernent essentiellement les déplacements du personnel (CPDT, 2003). Dans cette section relative aux comportements des ménages, nous nous concentrerons donc sur les déplacements domicile – travail, tout en intégrant le point de vue des employeurs sur cette question.

Nous proposons de commencer par une analyse des facteurs d'influence de la mise en place d'un plan de transport. Nous envisagerons ensuite les attitudes et les étapes propres à cette démarche ainsi qu'une série de mesures visant à la participation des employeurs et des employés. Nous terminerons par la présentation de perspectives de participation et par quelques enseignements pour la prise de mesures.

2.1 LES FACTEURS D'INFLUENCE

2.1.1 Les incitants à la mise en place d'un plan de transport

2.1.1.1 *La perception des problèmes de transport et de stationnement*

Selon une étude britannique sur les entreprises de petite taille, celles-ci sont conscientes des problèmes de congestion et de pollution et la majorité (80%) pense que la situation va se détériorer (Coleman, 2000).

Dans ce cadre, une accessibilité réduite, la perception de problèmes de transport aux environs du site de l'entreprise et le manque de stationnement sont autant d'éléments qui favorisent l'acceptabilité et la réalisation de plans de transport d'entreprise (André et al., 2001 ; Rye, 1999, d'après Ligtermoet, 1998 ; Rye, 2002 ; Ison et Rye, 2003 ; Dickinson, Kingham, Copsey et Pearlman Hougie, 2003 ; CPDT, 2003).

Dans certains cas, l'espace ou les fonds nécessaires à l'augmentation du nombre de places de stationnement ne sont pas disponibles. Un plan de transport d'entreprise peut dès lors constituer une solution rentable et efficace. C'est en particulier le cas d'organisations qui ont peu de liquidités, comme les hôpitaux, et pour lesquelles les revenus générés par le stationnement payant peuvent être un incitant intéressant. Certaines entreprises peuvent par ailleurs souhaiter minimiser l'espace alloué au stationnement de façon à le réserver à des activités commerciales (Rye, 2002).

En outre, si les déplacements du personnel risquent d'affecter le bon déroulement de leurs activités de base et par conséquent leurs résultats, les entreprises sont relativement susceptibles de mettre en place ce genre de mesures (Ison et Rye, 2003 ; Potter et al., 1999). A l'inverse, elles sont moins enthousiastes lorsque les déplacements n'affectent pas leurs activités mais que les plans de transport s'apparentent plus à l'octroi d'avantages aux employés (Rye, 1999, d'après Potter et al., 1998).

2.1.1.2 *Les organisations en croissance ou qui déménagent*

D'après la littérature, les organisations qui prévoient de s'étendre ou sont confrontées à des problèmes de recrutement, notamment pour des raisons d'accessibilité, sont relativement motivées pour mettre en place un plan de transport (Rye, 1999 ; Ison et Rye, 2003 ; Kingham, Dickinson et Copsey, 2001).

C'est en particulier le cas, lorsqu'elles subissent de la part de la communauté voisine une pression contre leur croissance ou lorsque la réglementation locale impose en cas d'expansion de gérer le trafic généré¹⁰.

2.1.1.3 Les alternatives existantes

Les employeurs sont plus susceptibles de promouvoir l'utilisation des transports publics et des modes lents s'ils pensent que ces modes sont effectivement capables d'offrir une alternative à la voiture (Dickinson et al., 2003 ; Coleman, 2000).

Dans l'étude menée par Rye (1999), 40% des répondants britanniques considèrent que les modes alternatifs ne deviendraient une option appropriée qu'en cas d'améliorations majeures et 35% pensent qu'ils ne le deviendront pas. A l'inverse, respectivement 63% et 97% des employeurs néerlandais pensent que leur site est facilement accessible en transport public et à vélo. Cette observation pourrait contribuer à expliquer la plus grande prédisposition des employeurs néerlandais à mettre en place des plans de transport.

2.1.1.4 La localisation

La localisation de l'entreprise influence à la fois la perception des problèmes de congestion et la facilité à mettre en place des plans de transport (Dickinson et al., 2003, d'après Naess et Sandberg, 1996 et Banister et Gallent, 1999 ; CPDT, 2003).

Les entreprises les mieux placées pour réaliser des plans de transport sont en effet celles situées près des nœuds de transport (André et al., 2001). Selon les données britanniques, les organisations qui ont un plan de transport tendent d'ailleurs à être localisées dans ces zones (sub)urbaines (Rye, 2002, d'après DETR, 2001). A l'extrême, dans certaines entreprises, situées dans des zones centrales congestionnées et bien desservies par les transports publics, l'utilisation de modes alternatifs se fait naturellement.

Dans ce contexte, Rye et MacLeod (1998) suggèrent de cibler les entreprises situées en zone périphérique (sub)urbaine ou qui prévoient de s'installer ou de s'étendre dans une zone déjà congestionnée (Coleman, 2000).

L'efficacité à long terme de ce genre de programme implique par ailleurs des mesures d'aménagement du territoire relatives à la localisation des entreprises – et des employés¹¹ (Coleman, 2000).

2.1.1.5 La connaissance de la mesure

Connaître le concept même de plan de transport est bien sur un préalable de base à la mise en place d'une telle démarche.

Une étude menée en 1997 au Royaume-Uni dans des entreprises de moins de 100 personnes met en évidence une conscience et une connaissance limitées du terme « green commuter plan » (Kingham, Dickinson et Copsey, 2001, d'après Coleman). Dans une étude ultérieure, il apparaît que selon l'expression utilisée, seuls 8% à 19% des employeurs de moins de 100 personnes connaissent les termes désignant les plans de transport d'entreprise. Et parmi ceux qui connaissent les termes, près de deux tiers ne savent pas ce qu'ils signifient (Coleman, 2000).

¹⁰ Le caractère obligatoire des plans de transport d'entreprise est discuté dans la suite de ce chapitre.

¹¹ Les comportements résidentiels sont développés dans le chapitre 1 du volume 2 de ce rapport.

Selon une recherche concernant les entreprises de plus de 100 personnes, 40% des employeurs britanniques interrogés connaissent la définition du terme « employer transport plan » et déclarent en avoir été informés par les médias (Rye, 1999). A titre de comparaison, après 10 ans de communication gouvernementale, ces résultats atteignent 58% aux Pays-Bas.

Selon ces données, les entreprises de petite taille seraient relativement moins informées. Les résultats néerlandais suggèrent par ailleurs que, malgré une politique de communication active, le niveau de conscience des entreprises reste moyen.

2.1.1.6 La responsabilité

Outre la perception du problème de transport, il est important que les employeurs se sentent en partie responsables pour qu'ils envisagent la mise en place d'un plan de transport. Et les convaincre de ce rôle n'est pas une tâche facile (Coleman, 2000).

Selon l'étude de Rye (1999), respectivement 80% et 85% des employeurs britanniques pensent que les autorités nationales et régionales ont des responsabilités (assez) élevées en ce qui concerne les problèmes de transport tandis que seulement 6% d'entre eux pensent avoir une responsabilité élevée dans ce domaine.

73% des répondants pensent d'ailleurs que cela ne fait pas partie de leurs attributions. Selon Bradshaw (1997) (Coleman 2000 et Kingham, Dickinson et Copsey, 2001), la plupart des entreprises britanniques de plus de 100 personnes estiment que leurs responsabilités dans les déplacements du personnel se limitent à l'offre de stationnement.

Par opposition, 70% des néerlandais seraient d'accord avec le fait que « les employeurs ont le devoir d'influencer autant que possible les déplacements domicile - travail de leurs employés dans un but de réduction des impacts sur le transport et l'environnement ».

2.1.1.7 Le respect de l'environnement et l'exemple

Certaines organisations développent des plans de transport car l'environnement constitue leur secteur commercial ou s'inscrit dans leur mission (Rye, 2002 et 1999, d'après Potter et al., 1998 ; Potter et al., 1999). Certaines entreprises peuvent ainsi avoir intérêt à étendre le marché « environnemental » et à initier la pratique. Les organisations dans cette situation sont d'ailleurs parmi les plus motivées à mettre en place de telles mesures. Les cadres dirigeants sensibilisés peuvent par ailleurs favoriser la prise en compte du critère environnemental dans la gestion de l'entreprise et des déplacements. Dans la plupart des cas, les entreprises qui mettent en place des plans de transport ne le font toutefois pas pour des raisons environnementales (Rye, 1999), surtout si le programme risque de menacer les résultats de l'entreprise.

Dans une catégorie similaire se trouvent les organisations publiques, locales ou nationales, qui souhaitent encourager les entreprises privées en donnant l'exemple¹². Les organisations qui ont été les plus actives aux Pays-Bas appartiennent à cette catégorie (Rye, 1999).

2.1.1.8 L'image

Certaines entreprises dont l'environnement ne constitue pas le secteur peuvent souhaiter entreprendre ce genre de démarche dans le but d'améliorer ou d'entretenir leur image (Rye, 2002 ; CPDT, 2003). Dans cet esprit, sur le long terme, on pourrait observer une certaine émulation dans la mise en place de plans de transport, notamment parmi les entreprises certifiées ISO ou EMAS.

¹² Les mesures incitatives « par l'exemple » sont abordées dans la suite de ce chapitre.

Comme nous l'avons déjà mentionné, la pression exercée par les riverains, s'attaquant notamment à l'image de l'organisation, peut aussi contribuer à encourager les entreprises à gérer les déplacements de leurs employés (Potter et al., 1999 ; Rye, 2002).

2.1.1.9 Le soutien des employés

La pression des employés est citée comme condition à la mise en place d'un plan de transport par 15% des entreprises britanniques de moins de 100 personnes (Coleman, 2000). C'est notamment le cas si une proportion importante d'employés utilise déjà les modes alternatifs. La plupart devraient alors soutenir un plan de transport qui leur permet par exemple de bénéficier de meilleures infrastructures ou d'une participation accrue à leur frais de transport (Rye, 1999).

2.1.2 Les barrières à la mise en place d'un plan de transport

Plusieurs études relatives aux attitudes des employeurs au sujet des plans de transport d'entreprise mettent en évidence les difficultés rencontrées pour faire participer les entreprises à de tels programmes (Rye, 1999).

2.1.2.1 Les ressources nécessaires

Les ressources financières ou humaines à mobiliser constituent un frein à la mise en place de plans de transport (Rye, 1999, d'après van der Maas, 1996). Les entreprises britanniques de moins de 100 personnes trouvent par exemple (très) difficile de mettre en place un plan de transport pour des raisons financières (54%) et de temps (58%) (Coleman, 2000).

Les multiples tâches requises par un plan de transport requièrent tout d'abord la formation ou l'engagement de personnel ou la mise en place d'un groupe de travail (Rye, 2002). Celui-ci coordonne les nombreux acteurs impliqués, définit les objectifs, planifie et suit le programme (Ison et Rye, 2003 ; Rye, 2002 ; Coleman, 2000, d'après Nottinghamshire County Council et al., 1995, Rye, 1995 et Oxfordshire County Council et al., 1997 ; Potter et al., 1999). Le régime fiscal relatif aux mesures ou avantages offerts au personnel peut en outre renforcer la perception de la complexité administrative et dès lors de la gestion requise (Potter et al., 1999). Si cet argument doit être interprété avec un certain recul au regard des mécanismes fiscaux élaborés que les organisations utilisent, il convient d'offrir des outils simples aux entreprises de façon à limiter l'importance de cette barrière.

Selon Ison et Rye (2003), persuader les cadres dirigeants que des ressources sont nécessaires peut être extrêmement difficile. C'est même le cas pour des investissements relativement réduits comme l'installation d'un parking sécurisé pour vélos et de douches¹³ ou d'un logiciel de covoiturage¹⁴. A titre indicatif, on estime à 2 à 4 euros le coût par déplacement aller-retour automobile transféré vers un mode alternatif (Rye, 2002). Comme mentionné précédemment, les plans de transport peuvent être rentables dans certaines conditions, notamment si l'on tient compte des économies réalisées sur les investissements et les charges de stationnement (Rye, 2002).

Une autre étude révèle en outre que moins de 19% des entreprises pensent que les plans de transport peuvent nécessiter leur participation financière (Rye, 1999).

¹³ Un investissement de 5000 pounds, soit environ 7250 euros est mentionné dans l'étude.

¹⁴ Un investissement de 1500 pounds, soit environ 2175 euros est mentionné dans l'étude.

De même, les répondants bruxellois et wallons de l'enquête d'André et al. (2001) estiment qu'il faut éviter d'accroître les charges des employeurs de façon à prévenir des délocalisations et prévoir des subsides pour couvrir les frais d'études, d'élaboration, de réalisation et de suivi.

Dans ce cadre, certaines autorités publiques décident de financer une partie de ces plans, comme en France, ou de fournir un conseil gratuit aux entreprises, comme c'est le cas au Royaume-Uni (CPDT, 2003).

2.1.2.2 La taille de l'organisation

La taille de l'organisation constitue un frein souvent évoqué.

Certains répondants considèrent en effet qu'un plan de transport est inacceptable pour les PME dont le nombre d'employés et les ressources ne sont pas suffisants pour mettre en place certaines mesures comme le covoiturage et pour lesquelles les démarches administratives peuvent s'avérer trop lourdes (André et al., 2001 ; Rye, 2002).

La taille généralement envisagée est de 100 personnes. Cette limite vient tout d'abord des pratiques américaines (Rye, 1999). Mais des études empiriques révèlent que généralement seules des organisations de cette importance considèrent qu'elles ont une certaine responsabilité dans la réduction des effets du transport qu'elles génèrent (Rye, 1999, d'après Major et Flack, 1999). Les petites organisations se heurtent également moins aux problèmes de transport, comme celui du stationnement qui peut être solutionné plus facilement en se garant dans les rues avoisinantes (Rye, 2002).

En Belgique, la loi prévoit que les employeurs qui occupent en moyenne plus de 100 travailleurs sont tenus de collecter des données concernant les déplacements des travailleurs entre leur domicile et leur lieu de travail (MB, 2003 b). Ils doivent cependant également dresser un état pour chaque site comptant en moyenne au moins 30 travailleurs.

Aux Pays-Bas, le programme encourageant les plans de transport prévoit de contacter les organisations qui emploient au moins 50 personnes (Rye, 1999). D'autres auteurs suggèrent que si les entreprises de grande taille sont plus susceptibles de mettre en place de tels plans dans le court terme, les entreprises de moins de 100 personnes auront aussi un rôle à jouer dans le long terme (Coleman, 2000).

Enfin, selon les autorités britanniques, la taille critique est de 200 personnes (Rye, 2002, d'après DETR, 2001).

2.1.2.3 Les protestations

Les éléments des plans de transport qui donnent lieu à contestations comme les frais de stationnement sur le lieu de travail constituent également un frein à la mise en place de plans de transport d'entreprise (Rye, 1999, d'après van der Maas, 1996). Les entreprises peuvent aussi être réticentes à encourager les modes alternatifs par crainte de « reproches ultérieurs » (Rye, 2002). Nous verrons dans la suite de ce travail que certaines démarches peuvent toutefois favoriser la réalisation de telles mesures.

2.1.2.4 Les résultats

La variabilité des situations des différentes entreprises et la complexité des comportements et logiques de mobilité rendent les résultats et l'efficacité des plans de transport difficiles à prédire (Rye 1999, d'après Lopez-Aqueres, 1991). Plus de 80% des répondants pensent en effet qu'il est très difficile ou impossible d'influencer le choix modal des employés (Rye, 1999).

Par ailleurs, étant donné la dépendance des plans aux infrastructures et aux transports publics, les effets sur les déplacements du personnel semblent incertains à bon nombre d'entreprises (Rye et Ison, 2003).

Par ailleurs, si dans certains cas, un plan de transport semble de toute évidence pouvoir résoudre les problèmes de congestion sur le site, la question de la congestion hors site semble moins évidente (Rye et Ison, 2003). Le manque de données à ce propos peut dès lors freiner l'adoption de plans d'entreprise. Dans cet esprit, il peut être intéressant de favoriser la coordination entre certaines entreprises voisines ou de favoriser la mise en place d'un programme couvrant une zone suffisamment large pour que les perspectives de résultats soient encourageantes. Cette optique permet par ailleurs de travailler plus efficacement avec les opérateurs de transport public.

Etant donné la difficulté à démontrer les bénéfices de tels programmes, il peut par conséquent sembler irrationnel aux yeux de certaines entreprises privées de réaliser les investissements requis (Ison et Rye, 2003, d'après Wixey, 2003).

Pourtant, plusieurs études soulignent le caractère stressant des navettes et leur influence sur le travail (Wener, Evans, Phillips et Nadler, 2003). Certains auteurs démontrent en effet des liens entre la congestion durant les navettes et l'absentéisme et l'insatisfaction au travail (Wener et al., 2003, d'après Knox, 1961, Novaco et al., 1979 et 1990). Mais à l'inverse, certains mentionnent que l'absentéisme et le strict respect des horaires sont plus répandus parmi les employés qui utilisent les transports publics (Rye, 1999). D'autres études indiquent des pertes de motivation au travail suite à un trafic important pendant les navettes (Wener et al., 2003, d'après Novaco et al., 1979, Schaeffer et al., 1988, Stokols et al. 1978 et White et Rotton, 1998). En ce qui concerne les transports publics, il apparaît que le stress perçu et les indicateurs physiologiques de stress sont corrélés positivement avec la densité (excessive) de passagers (Wener et al., 2003, d'après Lundberg, 1976 et Singer et al., 1978). Cette étude met aussi en évidence un lien entre la nature et la qualité des transports publics et le stress des navettes.

Il apparaît donc qu'au-delà des aspects environnementaux, de l'image et des éventuelles exigences légales, les entreprises pourraient trouver un certain bénéfice à gérer de façon plus efficace la mobilité de leurs employés.

2.1.3 D'autres éléments d'influence

Une série d'éléments propres au contexte de l'entreprise affectent aussi ce type de démarche.

2.1.3.1 La force de travail et le secteur

Le profil de la force de travail influence tout d'abord les comportements et les logiques de mobilité des déplacements domicile – travail. L'analyse des variables socio - démographiques et la segmentation présentées dans le rapport final de septembre 2003 de ce thème mettent notamment en évidence le rôle des styles de vie, de la culture, de la position sociale, de l'âge ou encore du genre (CPDT, 2003).

Au-delà des kilomètres générés, les déplacements durant la journée pour motifs professionnels sont aussi importants car ils influencent de façon importante le choix modal des trajets domicile – travail (Ison et Rye, 2003).

Des entreprises dont les travailleurs, la culture et le secteur d'activité varient auront donc des besoins de mobilité différents.

2.1.3.2 La politique de transport actuelle

La politique de transport existante influence aussi le contexte de base dans lequel s'inscrivent les plans de transport.

Les voitures de société personnelles dont les dépenses sont complètement prises en charge favorisent bien sûr l'utilisation de la voiture pour les déplacements domicile – travail (Dabson, 2000 ; Kingham, Dickinson et Copsey, 2001).

Les indemnités de kilométrage, la participation des employeurs aux frais des trajets des employés vers le lieu de travail ou l'aide à l'achat d'un véhicule privé sont des éléments influençant les comportements de mobilité et les attitudes vis-à-vis des plans de transport d'entreprise (Coleman, 2000 ; Rye, 1999).

Nous reviendrons plus en détail sur ce thème à propos de mesures dissuasives destinées aux employés.

2.1.4 Enseignements pour la prise de mesures

Les entreprises qui font face à un problème de transport ou de stationnement, sont en croissance ou déménagent et bien desservies par les modes alternatifs ont plus de chance de mettre un plan de transport. Les entreprises de plus de 100 personnes se sentent davantage responsables et disposent de plus de ressources pour mettre en place un plan de transport.

Il convient de cibler les entreprises qui disposent d'un potentiel de transfert modal en raison notamment d'une offre de modes alternatifs non exploitée, combinée à des problèmes de congestion et à un nombre suffisant d'employés.

Les enquêtes révèlent un degré de connaissance des plans de transport assez bas au Royaume-Uni et assez bon mais encore insuffisant aux Pays-Bas. La responsabilité est par ailleurs plus ancrée parmi les employeurs néerlandais et les entreprises de plus de 100 personnes.

Les mesures de communication, de sensibilisation à l'image et de responsabilisation sont importantes pour favoriser la mise en place de plans de transport, et comme le suggère l'exemple néerlandais, les efforts doivent être consentis dans la durée.

Diverses études mettent en évidence l'influence négative des navettes sur le travail.

Il peut être intéressant de sensibiliser les entreprises aux bénéfices sur la qualité du travail d'une gestion des déplacements des employés.

Parmi les barrières à la mise en place de plans de transport, les entreprises évoquent les ressources humaines et financières, les difficultés à mettre en place un tel programme et l'incertitude des résultats.

Il est important de fournir des outils administratifs simples aux employeurs désireux de gérer la mobilité de leur personnel. Par ailleurs, il peut être intéressant de favoriser la coordination entre certaines entreprises voisines ou de mettre en place un programme couvrant une zone suffisamment large pour que les perspectives de résultats soient encourageantes. Cette optique permet par ailleurs de travailler plus efficacement avec les opérateurs de transport public.

Des besoins de mobilité des entreprises varient selon les travailleurs, la culture et le secteur d'activité. La politique de transport actuelle influence également le contexte dans lequel s'inscrit un plan de transport.

Les plans de transport doivent être adaptés aux conditions particulières de chaque entreprise. Des mesures nouvelles peuvent être élaborées, notamment en termes d'avantages extra-légaux.

2.2 LES ATTITUDES ET ETAPES DE MISE EN PLACE

Dans le cadre de la mise en place de plans de transport, Rye (2002) identifie six étapes auxquelles peuvent se trouver les entreprises :

- La « pré-contemplation » : l'entreprise est seulement légèrement consciente de l'existence des plans de transport, elle en a une compréhension de base ou ne sait pas comment progresser vers cette pratique. Une culture orientée « voiture » et l'absence d'un facteur de motivation fournissent peu de raisons d'avancer vers la mise en place d'un plan de transport. Ce serait la situation de la plupart des entreprises au Royaume-Uni.
- La « contemplation » : l'organisation prend conscience de l'objectif et du potentiel d'un plan de transport. Cette situation est souvent guidée par un problème de transport spécifique, comme le stationnement, qui encourage un approfondissement de la question
- La « préparation » : l'entreprise décide d'allouer des ressources à la mise en place d'un plan de transport. Une enquête relative aux déplacements est menée notamment de façon à évaluer les parts modales et les attitudes du personnel. Etant donné la diversité des situations et des comportements de mobilité, établir un diagnostic est en effet un préalable essentiel à la mise en place d'un plan de transport. C'est en principe l'étape à laquelle se trouveront les entreprises belges de plus de 100 personnes à la date du 30 juin 2004 (MB, 2003 b). En effet, comme expliqué dans les travaux de la CPDT de 2003, c'est ce que prévoit, en Belgique, la loi programme du 8 avril 2003 et l'arrêté royal d'exécution de son chapitre XI, relatif à la collecte de données concernant les déplacements des travailleurs entre leur domicile et leur lieu de travail (MB, 2003 a et b). Plus spécifiquement, les entreprises fournissent des renseignements concernant l'organisation du temps de travail, la répartition des travailleurs en fonction de leur domicile et de leurs modes de déplacement principaux, les modes d'accessibilité du lieu de travail, les principales mesures déjà prises par l'employeur en matière de gestion de la mobilité et les problèmes de mobilité spécifiques à l'entreprise ou l'organisation (MB, 2003 b, art. 162, § 3). L'arrêté prévoit par ailleurs que l'état sera dressé pour la première fois à la date du 30 juin 2004. Comme suggéré par Rye, on peut cependant regretter l'absence de renseignements relatifs aux motifs ou aux attitudes des employés et qui pourraient *in fine* contribuer à trouver des solutions qui correspondent davantage à leurs besoins.

Des négociations avec les opérateurs de transport locaux et les autorités publiques peuvent aussi être entreprises à ce stade. Celles-ci visent par exemple à modifier les horaires, à accroître la fréquence ou à renforcer le contrôle du stationnement.

- L' « action » : l'organisation commence à mettre en place certains éléments du plan de transport. On distingue les mesures de base (information, covoiturage, ...), les mesures incitatives et les mesures dissuasives¹⁵.
- Le « suivi » : l'entreprise évalue les effets du plan de transport dont elle gère l'évolution. Cette étape peut nécessiter beaucoup de temps et nécessite le travail au moins à temps partiel d'un membre du personnel

¹⁵ Ces différents types de mesures seront développés dans la suite de ce chapitre.

- La « rechute » : celle-ci peut survenir à chaque étape et peut dépendre d'une série de facteurs comme une restructuration, le départ de certains membres importants de l'organisation ou la disparition du problème ou de la raison qui a initialement justifié le projet.

2.2.1 Enseignements pour la prise de mesures

Si les entreprises confrontées à des problèmes de transport ou de stationnement se tournent plus facilement vers des plans de transport, les autres avantages de cette démarche restent assez méconnus. Nous avons aussi vu que beaucoup d'entreprises ne savent pas comment progresser vers la mise en place de plans de transport.

Il est important d'informer les entreprises au sujet des avantages, notamment économiques, des plans de transport afin d'augmenter la prise de conscience. La diffusion de « bonnes pratiques », sous forme d'un guide ou par le biais d'un accompagnement, constitue aussi une voie intéressante.

Les négociations avec les opérateurs de transport et les autorités publiques constituent aussi une étape clé.

Les autorités publiques peuvent contribuer à la coordination des plans de transport d'une même zone de façon à faciliter les négociations avec les opérateurs de transport. La coordination devrait aussi permettre la participation accrue des entreprises, l'amélioration des résultats, encourageant dès lors les organisations dans cette démarche.

Nous proposons dans la section suivante différentes mesures destinées aux entreprises.

2.3 LES MESURES DESTINEES AUX ORGANISATIONS

2.3.1 Les mesures incitatives

2.3.1.1 Les mesures incitatives d'information et de participation

Des conseillers en mobilité pourraient notamment accompagner, guider et évaluer les entreprises ou les zonings qui désirent mettre en place de tels plans de transport (André et al., 2001). Plus simplement, des conseils, des informations et des exemples de « bonnes pratiques » sont souhaités et estimés nécessaires par plus de 20% des entreprises de moins de 100 personnes interrogées dans l'étude de Coleman (2000).

Certains proposent également d'établir un partenariat avec les entreprises dans le cadre des Chartes de Mobilité signées conjointement par les villes, les sociétés de transport public et la Région (André et al., 2001). C'est également l'optique que suggère l'expérience de Compaq au Royaume-Uni, selon laquelle il convient d'encourager les autorités locales à développer un partenariat avec les sociétés de transport et les employeurs principaux dans le but de soutenir et de coordonner les différentes initiatives de gestion des déplacements domicile – travail (Dabson, 2000).

Certains auteurs suggèrent par ailleurs de mettre en place des mesures de marketing direct des transports publics visant les employeurs et de fournir de l'information relative aux vélos (Rye, 1999 ; Coleman, 2000, d'après Rye et MacLeod, 1998).

2.3.1.2 Les mesures incitatives « par l'exemple »

Selon plusieurs recherches, certaines autorités locales qui en ont fait l'expérience pensent que « mener par l'exemple » est la seule façon d'assurer la participation du secteur privé. C'est également la stratégie adoptée par le livre blanc des transports du gouvernement britannique (Coleman, 2000, d'après Department of Environment Transport and the Regions, DETR, UK, 1998).

Les répondants d'une étude britannique (Coleman, 2000) estiment en effet important le rôle du gouvernement local : selon les employeurs, la coordination des politiques par les autorités locales est nécessaire car individuellement l'impact des entreprises est limité et que celles-ci craignent, en agissant seule, la perte éventuelle d'un avantage compétitif.

Par ailleurs, Rye et MacLeod (1998) (Coleman, 2000) mettent en évidence l'intérêt de cibler certaines catégories d'employeurs parmi lesquels les gouvernements locaux et les hôpitaux.

2.3.1.3 Les mesures incitatives économiques

Nous avons vu que les investissements requis constituent un frein à la mise en place de plans de transport d'entreprise. Selon plusieurs auteurs, les entreprises qui développent un plan de transport mettent par ailleurs l'accent sur les mesures bon marché¹⁶. Des mesures incitatives économiques peuvent par conséquent offrir des pistes intéressantes en rendant plus « rationnelle » aux yeux des entreprises la mise en place d'un plan de transport.

Dans cet esprit, il convient tout d'abord de s'assurer que les mesures éventuelles ne sont pas freinées par un régime fiscal défavorable, exigeant par exemple le paiement de taxes lors de la mise en place de certains instruments (Potter et al., 1999). Cette situation décourage ou irrite en effet les entreprises, y compris les plus motivées, comme celles qui opèrent dans le secteur de l'environnement.

On peut par ailleurs permettre la déductibilité fiscale des frais supportés par l'entreprise pour l'élaboration et la réalisation de plans de transport (André et al., 2001 ; CPDT, 2003). 35% des répondants d'une enquête britannique menée dans des entreprises de petite taille pensent également que la mise en place d'instruments fiscaux est nécessaire pour les inciter à mettre en place de telles mesures (Coleman, 2000, et d'après Rye et MacLeod, 1998).

Dans ce cadre, certains auteurs suggèrent la mise en place de « tickets -voyage ». Basés sur le même principe que les « tickets – restaurant », leur but est de favoriser un transfert modal en réduisant les frais de voyage ou en donnant une compensation aux employés qui renoncent à un stationnement sur le lieu de travail (Root, 2001). Ils permettent par ailleurs d'éviter les taxes que l'employé et l'employeur auraient à payer en cas d'augmentation salariale par exemple. Ce type d'outil a déjà été mis en place dans des pays comme les Etats-Unis, l'Allemagne ou la France. L'exemple américain met en évidence une augmentation de l'utilisation des transports publics de l'ordre de 30% dans certaines entreprises (Root, 2001, d'après Oram Associates, 1994). Cette croissance semble toutefois principalement due à une utilisation accrue des transports publics par les usagers existants plutôt que par des anciens automobilistes. Le transfert des usagers des modes lents vers les transports publics constitue un autre effet à considérer. Selon une enquête britannique menée en zone rurale, environ 20% des marcheurs et cyclistes actuels prendraient les transports publics s'ils bénéficiaient de tickets-voyage de 40 pounds par mois, soit environ 55 euros (Root, 2001). Parmi les facteurs principaux d'influence de la réussite d'un tel système, on trouve notamment la proximité et la qualité des transports publics, la possession d'une voiture et le

¹⁶ Ce point est abordé dans la section 5 de ce chapitre.

revenu (Root, 2001). D'autres obstacles relatifs à l'acceptabilité de la mesure et à la gestion administrative du programme sont aussi à envisager.

Certains proposent aussi de supprimer les taxes sur les dépenses consenties par l'entreprise dans le cadre de la mise en place d'un plan de transport (Potter et al., 1999). C'est par exemple le cas aux Pays-bas pour les frais relatifs aux employés qui se rendent au travail en transport public.

Enfin, 20% des entreprises britanniques de moins de 100 personnes trouvent nécessaire de les soutenir financièrement et 21% mentionnent comme condition la réduction des tarifs – pour les entreprises (Coleman, 2000).

2.3.2 Les mesures dissuasives

Les mesures dissuasives destinées influencer la politique de transport des entreprises peuvent prendre différentes formes.

Sur le plan économique, les autorités peuvent par exemple taxer le nombre de places de stationnement destinées aux employés (Rye, 2002) ou modifier le régime fiscal des voitures de société de façon à réduire leur utilisation ou à orienter les caractéristiques techniques des flottes de véhicules. Nous verrons par la suite que certains pays encouragent alors la compensation de cet avantage en nature par d'autres privilèges attractifs pour les employés.

Une deuxième approche consiste à rendre obligatoire la mise en place de plans de transport.

2.3.3 L'obligation de réaliser des plans de transport d'entreprise

La question du caractère volontaire ou obligatoire des plans de transport d'entreprise suscite de nombreuses discussions (CPDT, 2003).

2.3.3.1 L'acceptabilité de la mesure

La majorité des personnes interrogées¹⁷ par André et al. (2001) estiment qu'un tel plan est acceptable, tant au niveau des employés que des employeurs, s'il est introduit sur base volontaire. Les répondants soulignent aussi l'importance de la négociation du plan entre l'entreprise et les syndicats.

Contrairement aux répondants flamands, la majorité des personnes interrogées en Région wallonne estiment qu'un plan de transport est inacceptable s'il est obligatoire. Les problèmes de congestion en Wallonie ne seraient en effet pas suffisamment importants pour conscientiser les différents acteurs (André et al., 2001). Les répondants bruxellois et wallons soulèvent en outre différents arguments. Une mesure obligatoire risque, selon eux, de ne pas prendre en compte le profil de mobilité de l'entreprise et les besoins spécifiques des employés, devenant dès lors discriminatoire. Les mesures obligatoires seraient par ailleurs démotivantes et souvent contournées. Elles constituent enfin une atteinte à la liberté individuelle, des employés. Les différentes personnes interrogées en Régions bruxelloise et wallonne pensent donc qu'il faut plutôt envisager des mesures incitatives que contraignantes (André et al., 2001).

¹⁷ Cette étude a été menée auprès de représentants des employeurs et des employés, des sociétés de transport public, des autorités publiques et d'experts.

Notons, en outre, que, selon cette étude, un seul parti politique wallon s'est prononcé et faveur de la proposition de loi Ansoms relative à l'obligation des plans de transport. Ce type de démarche, appliquée aux entreprises de plus de 50 personnes, aurait, selon eux, permis d'amorcer le mouvement et de conscientiser les différents acteurs en jeu (André et al., 2001).

Selon une étude britannique, les employeurs – de petite taille – préféreraient également des mesures volontaires (Coleman, 2000).

37% des répondants précisent toutefois qu'une législation du gouvernement central serait nécessaire pour que leur entreprise mette en place des mesures visant à diminuer les déplacements des employés en voiture.

2.3.3.2 Les cas américain et italien

A la fin des années 80, une législation imposant aux entreprises de réaliser des plans de transport a été adoptée en Californie du sud. Elle fut ensuite mise en place dans d'autres zones métropolitaines américaines importantes, essentiellement dans le but d'améliorer la qualité de l'air (Ison et Rye, 2003). Excepté dans l'Etat de Washington, ces réglementations ont été abandonnées à l'échelle régionale dans la plupart des cas dans le milieu des années 90 (Rye, 2002). Considérant que ces plans constituent une charge inutile pesant sur leurs activités, le monde de l'entreprise a en effet mené des actions importantes de lobbying. Une deuxième raison expliquant ces oppositions est la difficulté à mettre en évidence le lien entre les efforts consentis par une entreprise et les niveaux de pollution locale ou les réductions du trafic dans la région (Rye, 1999, d'après Lyons, 1995). Mais comme mentionné dans la section relative à l'incertitude des résultats, certaines mesures peuvent aider à réduire cette barrière.

Les plans de transport sont également légalement exigés en Italie dans le cas des employeurs de grande taille (Ison et Rye, 2003 ; Rye, 2002, d'après Gentili et al., 2001).

2.3.3.3 Plans de transport et aménagement du territoire

Face aux difficultés à rendre obligatoire les plans de transport, une approche intermédiaire consiste à exiger que les nouveaux projets de taille importante prévoient un plan de transport qui réduit les déplacements (Rye, 1999 et 2002 ; Kingham, Dickinson et Copsey, 2001 ; Coleman, 2000, d'après Rye et MacLeoad, 1998). C'est l'approche prise par le Royaume-Uni et l'Angleterre qui associe plans de transport et politique d'aménagement du territoire (Rye, 2002, d'après East Midlands Local Government Association, 2001 ; CPDT, 2003).

Certaines difficultés sont toutefois à prévoir. Estimer l'impact du plan de transport proposé en termes de réduction de déplacements est une tâche difficile pour les autorités locales (Rye, 2002). Certaines données des projets ne sont par ailleurs pas toujours connues, compliquant dès lors les prévisions relatives aux déplacements. Par ailleurs, cette pratique nécessite un suivi des effets des plans de transport. On recommande aussi de veiller à harmoniser le niveau d'exigence des différentes autorités locales de façon à traiter de façon équitable les différentes entreprises soumises à cette obligation.

Malgré ces obstacles, cette démarche a le mérite d'initier la réflexion et d'intégrer une optique à long terme dès l'origine du développement. Agir à ce stade permet notamment de tenir compte des différentes localisations possibles et d'influencer les comportements de mobilité des travailleurs avant qu'ils ne soient habituels (CPDT, 2003).

De façon plus générale, les projets d'une certaine importance relatifs aux achats, loisirs et services pourraient inclure un plan de transport (Rye, 2002).

2.3.4 Enseignements pour la prise de mesures

Une série de mesures incitatives semblent intéressantes.

L'exemple donné par les autorités publiques constitue une première voie. La diffusion de conseils et le développement de partenariats avec les entreprises et les opérateurs de transport sont aussi importantes.

Le régime fiscal est aussi un instrument à utiliser.

Le régime de taxation et la déductibilité fiscale peuvent notamment orienter le choix des caractéristiques techniques des véhicules de société, encourager la diffusion de nouveaux modèles d'avantages « extra - légaux » et la mise en place de mesures de plans de transport.

Nous avons aussi vu que rendre les plans de transport obligatoires est une question délicate.

Une approche intermédiaire consiste à exiger que les nouveaux projets de taille importante prévoient un plan de transport.

2.4 LES MESURES DESTINEES AUX EMPLOYES

Une série de mesures destinées aux employés ont été proposées dans le cadre de l'analyse des plans de transport dans les travaux de la CPDT (2003). Nous proposons de compléter cette analyse sous l'angle des logiques comportementales.

2.4.1 Les mesures incitatives

2.4.1.1 Les mesures incitatives d'offre de transport

L'amélioration de l'offre de transport public et des modes lents peut encourager les navetteurs à abandonner leur voiture pour se rendre au travail.

De nombreux éléments apparaissant à ce sujet dans les études relatives aux plans de transport d'entreprise (Dabson, 2000 ; André et al., 2001) ont été présentés dans le rapport final de septembre de ce thème (CPDT, 2003). L'analyse de la perception de l'offre de transport, des déterminants de la demande et l'évaluation de mesures particulières sous l'angle des logiques comportementales devraient par exemple offrir une base de travail applicable à l'offre de transport public et aux modes lents dans le cadre des déplacements domicile – travail. Nous aborderons donc dans la suite de ce travail les éléments les plus récurrents dans le cadre des plans de transport d'entreprise et des déplacements domicile – travail.

Différents aspects relatifs aux transports publics sont souvent étudiés dans les enquêtes. Dans une étude de Kingham, Dickinson et Copsey (2001), la fréquence, la fiabilité, les arrêts, les connexions et les tarifs réduits sont cités dans plus de 40% des cas. A ce sujet, une étude américaine met en évidence l'influence du temps moyen, des connexions et de la prévisibilité du voyage sur le niveau de stress des navetteurs (Wener, Evans, Phillips et Nadler, 2003).

A l'inverse, la sécurité, l'information et le confort sont relativement moins souvent mentionnés. Ces observations concordent avec une étude menée par la BBC (Kingham, Dickinson et Copsey, 2001, d'après MORI, 1999) ainsi qu'avec l'analyse des déterminants de la demande présentée dans les travaux de la CPDT (2003). Parmi les éléments courants des plans de transport britanniques, on trouve les abonnements, le park and ride, les réductions tarifaires, la mise à disposition d'information et l'amélioration des transports publics (Coleman, 2000, d'après Nottinghamshire County Council et al., 1995, Rye, 1995 et Oxfordshire County Council et al., 1997). Certains suggèrent par ailleurs d'offrir de nouveaux services (Rye, 2002 ; Potter et al., 1999) et d'étendre par exemple le concept à des autocars qui utilisent les autoroutes ou les voies rapides pour relier la périphérie au centre, menant eux-mêmes à des terminaux de bus de ville (Badson, 2000).

Certaines recherches suggèrent néanmoins que les transports publics sont moins utilisés que les modes lents en dehors des zones métropolitaines (Dickinson et al., 2003, d'après Banister et Gallent, 1998 ; Kingham, Dickinson et Copsey, 2001, d'après DETR, 2000).

En ce qui concerne le vélo, certaines mesures sont souvent évoquées : développement de pistes cyclables, hangars, douches, vestiaires, location ou prêt de vélo constituent des pistes à envisager¹⁸ (Dabson, 2000 ; Dickinson et al. 2003, d'après Steer Davies Gleave et the Association for Commuter Transport, 2000 ; Rye, 2002 ; Kingham, Dickinson et Copsey, 2001, d'après DETR, 2000 ; Coleman, 2000, d'après Nottinghamshire County Council et al., 1995, Rye, 1995 et Oxfordshire County Council et al., 1997 ; Potter et al., 1999 ; Noland et Kunreuther, 1995 ; CPDT, 2003).

Selon une enquête britannique, de telles mesures reçoivent toutefois moins de support (19%) de la part des employés que le télétravail (32%), les incitants économiques (31%) ou le covoiturage (25%) (Dickinson et al. 2003). 24% des répondants précisent en outre qu'aucune mesure n'est susceptible de les encourager à se rendre à vélo au travail. L'accès ou la possession d'un vélo, la distance entre le domicile et le travail et le trafic automobile expliquent en partie ces résultats. Le code vestimentaire est également un frein mentionné par les employés. Des éléments relatifs à l'image et à la culture sont aussi à considérer (CPDT, 2003 ; Nankervis, 1999).

L'efficacité de telles mesures est par ailleurs mise en cause par certains auteurs selon lesquels de tels aménagements aident à stabiliser l'usage du vélo et à augmenter le sentiment de sécurité mais engendrent peu de résultats en termes d'augmentation du nombre de cyclistes (Dickinson et al., 2003, d'après McClintock et Shacklock, 1996). D'autres suggèrent qu'un bon réseau cyclable peut encourager les usagers des transports publics et les marcheurs à prendre le vélo mais engendrent peu de changements parmi les automobilistes (Dickinson et al., 2003, d'après Glaister et al., 1998).

Il convient également de tenir compte des spécificités des hommes et des femmes lorsqu'on désire mettre en place des mesures encourageant la pratique du vélo. Les femmes auraient en effet des chaînes de déplacements plus complexes et se soucieraient davantage des questions de sécurité (Dickinson et al., 2003). Selon certaines recherches, le vélo serait surtout susceptible de toucher les hommes, d'âge moyen, qui habitent à proximité de leur lieu de travail. Les distances suggérées varient toutefois d'environ 3km à 8km selon les situations étudiées (Curtis et Headicar, 1997 ; Bergström et Magnusson, 2003).

¹⁸ Nous verrons que des mesures économiques visant l'utilisation du vélo sont aussi proposées.

Certains proposent en outre de favoriser la marche en améliorant les trottoirs sur le site, l'accessibilité pédestre, l'éclairage, la configuration des traversées et l'environnement en général (Rye, 2002 ; Coleman, 2000, d'après Nottinghamshire County Council et al., 1995, Rye, 1995 et Oxfordshire County Council et al., 1997).

Enfin, certaines données mettent en évidence un certain intérêt pour le covoiturage. Près d'un quart des employés interrogés dans une étude britannique pensent qu'un programme de covoiturage peut les encourager à diminuer leur usage de la voiture (Kingham, Dickinson et Copsey, 2001). L'aménagement de zones de stationnement destinées aux covoitureurs, le lancement d'un système d'information ou l'achat d'un logiciel de covoiturage constituent des outils possibles (André et al., 2001 ; Dabson, 2000 ; Rye, 2002 ; Potter et al., 1999). Dans certaines entreprises, 65% à 70% des employés trouvent (très) important qu'on les aide à trouver des covoitureurs et qu'on leur paie un taxi gratuit vers la maison si leur collègue les « laisse tomber » (Kingham, Dickinson et Copsey, 2001 ; Rye, 2002). Des incitants financiers semblent par contre un peu moins importants aux yeux des répondants (55%). D'autres études confirment ces observations et proposent également l'utilisation de minibus ou l'assurance d'un retour à domicile en cas d'urgence (Coleman, 2000, d'après Nottinghamshire County Council et al., 1995, Rye, 1995 et Oxfordshire County Council et al., 1997).

2.4.1.2 Les mesures incitatives d'information

On peut également envisager un programme visant à sensibiliser les employés au sujet des problèmes liés aux déplacements domicile – travail et à informer les travailleurs sur les alternatives à la voiture et sur les avantages personnels et collectifs d'un plan de transport (André et al., 2001 ; CPDT, 2003).

On veillera à adapter la communication selon le contexte et à fournir également des informations plus spécifiques à certains modes (Rye, 2002). Des mesures de marketing personnalisé peuvent également cibler les employés dont on souhaite particulièrement encourager le transfert modal (Ison et Rye, 2003), comme les personnes qui bénéficient d'une bonne desserte en transport public près de chez eux ou habitent à proximité de l'entreprise.

A nouveau, les recommandations proposées dans le rapport de septembre 2003 de ce thème (CPDT, 2003) au sujet des mesures de participation et de communication offrent quelques enseignements intéressants.

2.4.1.3 Les mesures incitatives économiques

Des mesures fiscales ou économiques visant à inciter les travailleurs à utiliser des modes alternatifs à la voiture pour leurs déplacements domicile - travail sont aussi conseillés par certains (André et al., 2001 ; Rye, 2002 ; Potter et al., 1999 ; CPDT, 2003).

En ce qui concerne, les modes lents, on peut citer par exemple le financement sans intérêt, les réductions à l'achat ou sur les assurances ou encore les indemnités de kilométrage (Dickinson et al., 2003, d'après Steer Davies Gleave et the Association for Commuter Transport, 2000 ; Rye, 2002 ; Coleman, 2000, d'après Nottinghamshire County Council et al., 1995, Rye, 1995 et Oxfordshire County Council et al., 1997). Les prêts semblent cependant peu interpeller les répondants (Kingham, Dickinson et Copsey, 2001). De façon plus générale, les mesures incitatives économiques encourageant la pratique du vélo toucheraient davantage les hommes que les femmes.

Des subsides ou des réductions tarifaires des transports publics peuvent également contribuer au transfert modal (Potter et al., 1999). Aux Pays-bas, on autorise aussi les employés à déduire fiscalement les frais des navettes réalisées en transport public. De façon générale, la déductibilité fiscale des transports publics, en réduisant les coûts, semble toutefois favoriser une certaine décentralisation et un accroissement des navettes (Potter et al., 1999).

Un autre avantage en nature consiste à faire bénéficier de jours de congés payés supplémentaires les navetteurs qui utilisent des modes de transport durables (Dickinson et al., 2003, d'après Steer Davies Gleave et the Association for Commuter Transport, 2000) ou de les récompenser au moyen de bons d'achats (Rye, 2002). Aux Etats-Unis, les employeurs font bénéficier d'un avantage fixe de \$60 par mois les usagers des transports publics. Cette somme est en outre déductible fiscalement par l'employeur et exempte de taxes pour l'employé. Outre sa simplicité, cette approche aurait l'avantage de limiter la perte de revenus et la dispersion urbaine (Potter et al., 1999).

Selon certains auteurs, ces mesures financières incitatives ou dissuasives¹⁹ sont plus efficaces que d'informer les employés ou d'acheter un logiciel de covoiturage (Potter et al., 2001, d'après Schreffer and Organisational Coaching, 1996).

2.4.1.4 D'autres mesures incitatives propres à la gestion des ressources humaines

De façon générale, la politique de gestion du personnel joue un rôle important sur les déplacements domicile – travail (Dabson, 2000 ; Dickinson et al., 2003).

Une politique généreuse de relocalisation des employés incite à déménager, réduisant dès lors les navettes, tandis que les indemnités de nuisance ou de kilométrage favorisent les longues migrations alternantes (Dabson, 2000 ; Kingham, Dickinson et Copsey, 2001 ; Coleman, 2000, d'après Nottinghamshire County Council et al., 1995, Rye, 1995 et Oxfordshire County Council et al., 1997).

Les heures d'ouverture du restaurant d'entreprise, notamment le matin, peuvent encourager des comportements plus variés. L'offre de certains services sur le site de l'entreprise peut aussi favoriser la rupture de chaînes de déplacements effectuées en voiture et dès lors encourager le report modal (Dabson, 2000).

Les politiques de travail mobile et de télétravail²⁰ influencent aussi les déplacements (Dabson, 2000 ; Kingham, Dickinson et Copsey, 2001 ; Rye, 2002). Des organisations de travail permettant des horaires flexibles ou les semaines de travail comprimées offrent aussi certaines perspectives (Rye, 1999 et 2002 ; Coleman, 2000, d'après Nottinghamshire County Council et al., 1995, Rye, 1995 et Oxfordshire County Council et al., 1997 ; Potter et al., 1999 ; Curtis et Headicar, 1997). De même, favoriser la mobilité professionnelle au sein des différentes filiales d'une même organisation peut permettre de rapprocher résidence actuelle et lieu de travail.

Enfin, comme nous le verrons, les politiques de stationnement et de voitures de société sont également des facteurs déterminants.

¹⁹ Les mesures dissuasives sont présentées dans la suite de cette section.

²⁰ La question du télétravail est abordée dans la suite de ce chapitre.

2.4.2 Les mesures dissuasives

2.4.2.1 Les mesures dissuasives de stationnement

La limitation du nombre de places de stationnement sur le lieu de travail²¹, la limitation de leur utilisation par des quotas par employés, l'instauration de frais de stationnement sur le lieu de travail et d'un contrôle sont également des outils à envisager dans le cadre de plans de transport d'entreprise (André et al., 2001 ; Rye, 2002 ; Coleman, 2000, d'après Nottinghamshire County Council et al., 1995, Rye, 1995 et Oxfordshire County Council et al., 1997 ; Potter et al., 1999).

Nous avons mentionné précédemment que beaucoup d'entreprises craignent des oppositions lors de la mise en place de mesures relatives au stationnement. Le rapport final de septembre 2003 de notre thème met également en évidence une série de difficultés et de réflexions relatives à l'acceptabilité de la mesure. Selon une étude menée aux Pays-Bas, ces oppositions seraient toutefois fortement réduites une fois la mise en place réalisée et si l'on veille à faciliter l'acceptation de la mesure en consultant le personnel, en modulant les frais de stationnement selon le revenu et en allouant les bénéfices à des investissements comme l'amélioration des conditions de transport²² (Ison et Rye, 2003, d'après van der Maas, 1998). Des organisations britanniques sont également parvenues à améliorer l'acceptabilité de la mesure par une conception adéquate de la politique de stationnement. Les tarifs et les autorisations de stationnement de l'université de Sheffield dépendent par exemple de la disponibilité des places, réservées ou non, des revenus, de la distance des déplacements, de la possibilité à se rendre au travail en transport public et des responsabilités familiales. Par ailleurs, l'argent perçu est utilisé pour améliorer les modes alternatifs et la sécurité (Rye, 2002).

Par ailleurs, certains auteurs rappellent l'importance de l'adéquation de l'instrument aux circonstances particulières de l'entreprise visée. Restreindre le stationnement sur un lieu de travail mal desservi par les transports publics encourage par exemple l'organisation à limiter l'occupation de ses locaux (Dabson, 2000).

Selon certains auteurs, les mesures de stationnement affectent davantage les femmes dont les revenus sont inférieurs et qui trouvent la voiture plus essentielle, accentuant dès lors certaines inégalités de genre (Dickinson et al., 2003, d'après Dowling, 2000 et Rosenblum et Burns, 1994). Elles seraient d'ailleurs plus enclines à payer le stationnement sur le lieu de travail.

2.4.2.2 Les mesures relatives aux voitures de société et avantages similaires

21% des répondants belges déclarent avoir absolument besoin de leur voiture dans l'exercice de leur activité professionnelle (FEBIAC, 2002). Si elles sont nécessaires pour certaines fonctions, les voitures de société sont cependant de plus en plus couramment à la disposition d'employés dont les tâches ne l'exigent pas (Curtis et Headicar, 1997).

Dans certains cas, des voitures de société collectives disponibles sur le lieu de travail pour les déplacements exceptionnels suffisent et engendrent des comportements de mobilité différents (Kingham, Dickinson et Copsey, 2001).

²¹ La mesure de limitation du nombre de places de stationnement a été présentée dans le rapport final de septembre 2003 de ce thème (CPDT, 2003).

²² Pour plus de détails, les critères d'acceptabilité de différents types de mesures sont abordés dans le rapport de final de septembre 2003 de ce thème (CPDT, 2003).

Les prêts à l'achat d'une voiture, les voitures de leasing, les cartes « essence » et les indemnités de kilométrage constituent d'autres avantages encourageant l'usage de la voiture que l'on peut réduire progressivement (Coleman, 2000, d'après Nottinghamshire County Council et al., 1995, Rye, 1995 et Oxfordshire County Council et al., 1997 ; Rye, 2002). Selon une étude britannique menée dans deux entreprises, respectivement 12% et 20% des répondants arrêteraient d'utiliser leur voiture si le prix du carburant doublait²³ (Kingham, Dickinson et Copley, 2001). Les employés dont l'essence est payée par leur employeur ne sont bien sûr pas influencés par de telles mesures, rappelant l'importance des politiques actuelles de transport sur le choix modal.

D'autres compensations qui satisfont à la fois les employés et leurs employeurs méritent donc d'être étudiées.

Au Pays-Bas les employés peuvent notamment utiliser la somme qui correspondrait à une voiture de société pour les dépenses de crèche ou de temps libre. La moto connaît également un succès grandissant en raison de ses avantages dans la circulation et de sa déductibilité fiscale à 100%. De plus en plus de sociétés introduisent donc cette possibilité dans leurs propositions extra - salariales (TMP Worldwide, 2003).

Mais on peut s'attendre à de fortes oppositions à ce sujet. Certains répondants de la Région bruxelloise pensent en effet qu'on ne peut toucher aux avantages en nature, comme les voitures de société, les services de leasing ou les cartes « essence », qui contribuent à la rémunération des employés (André et al., 2001).

Dans ce contexte, une possibilité est d'orienter le type de voiture de société et d'encourager par exemple l'achat de véhicules moins polluants comme ceux qui fonctionnent au LPG.

2.4.3 Enseignements pour la prise de mesures

Nous avons vu qu'améliorer l'offre de transport constitue une première voie pour faciliter le transfert modal des navetteurs.

L'offre de transport doit comprendre à la fois les modes habituels, comme les transports publics ou le vélo, mais la création de nouveaux services adaptés et la diffusion du covoiturage sont aussi essentiels.

Nous avons aussi vu que les facteurs limitants l'usage du vélo sont la distance, la possession et le genre.

Il est crucial d'évaluer le potentiel du vélo avant de mettre en place des mesures encourageant sa pratique. La mise à disposition de vélo pour les personnes désirant « essayer » cette pratique devrait aussi favoriser la pratique de ce mode.

Il semble également y avoir un potentiel de développement du covoiturage. Les travailleurs apprécient toutefois certaines mesures annexes.

Outre la coordination des covoituteurs, garantir un retour à domicile en cas d'imprévu ainsi qu'un stationnement sur le lieu de travail contribue à la diffusion de cette pratique.

Les mesures évoquées peuvent aussi s'accompagner d'incitants économiques ou d'autres avantages.

²³ Les mesures restrictives économiques sont abordées de façon plus générale dans le rapport final de septembre 2003 de ce thème (CPDT, 2003).

La déductibilité fiscale, le bénéfice de jours de congé supplémentaires ou la diffusion de bons d'achats ou de services peuvent aussi encourager le transfert modal. L'offre de services sur le lieu de travail peut aussi aider à briser certaines chaînes de déplacement qui entravent le transfert modal. Des mesures plus importantes comme des aides au déménagement ou le télétravail offrent aussi des pistes intéressantes.

Les incitants que nous avons évoqués peuvent aussi être complétés par une série de mesures dissuasives, comme le stationnement.

Limiter le stationnement sur le lieu de travail est souvent présenté comme une mesure intéressante. Moduler les frais de stationnement selon le revenu, la distance des déplacements, la possibilité de se rendre au travail en transport public ou encore les responsabilités familiales peut rendre la mesure plus équitable aux yeux des travailleurs et favoriser son acceptation. L'allocation des ressources à des investissements liés aux transports est aussi essentielle.

L'impact des avantages liés à la voiture comme la mise à disposition des voitures de société, les cartes essence et les indemnités de kilométrage encouragent l'usage de la voiture.

S'il est délicat de limiter les avantages liés à la voiture sans mesure compensatoire, des propositions extra-salariales alternatives seraient sans doute préférées par certains groupes de population. Frais de logement, de crèches, d'entretien de la maison, d'activités de temps libre ou de vacances sont autant d'exemples possibles. Et dans un premier temps, on pourrait laisser le choix de la « rémunération alternative » aux travailleurs concernés de façon à garantir l'acceptabilité et la diffusion de la démarche.

2.5 LA PARTICIPATION SUR BASE VOLONTAIRE

2.5.1 Le taux de participation

L'analyse des incitants à la mise en place d'un plan de transport suggère que les avantages que peuvent retirer les entreprises des plans de transport constituent un facteur important d'acceptabilité et de mobilisation (André et al., 2001). L'accroissement de l'efficacité, la réduction des coûts et l'amélioration de l'image peuvent en particulier contribuer à motiver les employeurs (Rye, 1999, d'après Bradshaw, 1997).

Selon des données néerlandaises, une majorité d'entreprises reconnaissent avoir un rôle à jouer dans la gestion des déplacements de leurs employés et 32% démontrent un certain intérêt mais n'ont pas encore commencé à préparer ou à implémenter un tel programme tandis que 28% estiment que les plans de transport ne sont pas pertinents dans leur cas.

Plus spécifiquement, 15% environ déclarent avoir un plan de transport mais les enquêtes sur le terrain suggèrent plutôt un taux de participation de 8% parmi les entreprises de plus de 50 personnes (Rye, 1999, d'après de Gelder et al., 1998 et Ligtermoet, 1998). Analysant ces résultats, il est intéressant de garder à l'esprit la politique active menée depuis 10 ans aux Pays-Bas, les investissements réalisés par le gouvernement dans les infrastructures et la part modale importante du vélo dans ce pays. A titre de comparaison, les estimations relatives au Royaume-Uni indiquent une participation de 4% à 7% des employeurs de plus de 100 personnes (Rye, 1999 et 2002).

Selon Rye (2002), mis à part l'Etat de Washington où les plans sont obligatoires, aucun pays ou région n'est parvenu à diffuser largement cette pratique.

De façon plus spécifique, on constate une participation plus importante de certains types d'organisation comme les universités et les hôpitaux aux Pays-Bas (Rye, 1999). On observe les mêmes tendances en Angleterre et aux Pays de Galle où une proportion importante des autorités locales (23%), des hôpitaux (62%) et des établissements d'enseignements supérieurs (50%) développe des plans de transport tandis que seules 7% des entreprises privées développent ce genre de démarche (Rye, 2002).

2.5.2 Les mesures privilégiées

La mise en place d'un plan de transport n'est généralement pas vue comme une priorité par les entreprises (Kingham, Dickinson et Copsey, 2001, d'après Coleman, 2000). Les faibles taux de réponse de certaines recherches (Coleman, 2000) et le manque de connaissance des termes mêmes semblent confirmer cette tendance, quel que soit la taille de l'organisation.

Les employeurs seraient plus enclins à mettre en place des mesures faciles comme d'encourager le covoiturage ou le vélo par la mise en place d'infrastructures (Rye, 1999 ; Dickinson et al., 2003, d'après Potter et al., 1999). C'est ce que confirme un rapport néerlandais du ministère des transports selon lequel les entreprises implémentent, dans la plupart des cas, des mesures « douces » comme le covoiturage, des projets basés sur le vélo ou la promotion des transports publics (Rye, 1999, d'après Ligtermoet, 1998). Dans ce cas, on considère que les réductions de l'utilisation de la voiture sont de 5% à 8% (Rye, 1999 et 2002 ; CPDT, 2003)²⁴.

Lorsque les plans de transport étaient obligatoires en Californie, les mesures incitatives les plus répandues étaient les incitants financiers encourageant l'usage des transports publics (49% des employeurs), la garantie d'être raccompagné chez soi (47%) et une récompense pour les covoitureurs (65%) (Potter et al., 1999, d'après Wachs et Giuliano, 1992). Wachs a également mis en évidence une corrélation positive entre les incitants financiers et la réduction de l'autosolisme.

Les organisations soumises à la loi de l'Etat de Washington ont vu le pourcentage d'employés conduisant seul pour se rendre au travail diminuer de 72% à 68% entre 1994 et 1999 (Rye, 2002, d'après Washington State TDM Office, 1999).

Des mesures plus élaborées, comme de modifier les heures de travail, de limiter, rendre payant le stationnement ou de modifier les frais de remboursement des déplacements domicile – travail ont été mises en place dans très peu d'organisations (Rye, 1999 et 2002, d'après van der Maas, 1996). Ce genre d'instruments est en outre généralement utilisé uniquement lorsqu'il existe des problèmes de stationnement, d'expansion ou des exigences de planification (Rye, 2002). Un plan de transport comprenant des mesures de base et d'autres investissements plus importants comme un accroissement des services de bus ou des tarifs réduits réduirait l'autosolisme de 8% à 10%. Ces résultats sont estimés à 10% à 15% lorsque le plan comprend une série d'instruments, parmi lesquels des mesures dissuasives comme les frais de stationnement (Rye, 2002, d'après Touwen, 1997 et Ligtermoet, 1998 ; CPDT, 2003).

Selon d'autres résultats britanniques, la réduction des déplacements en voiture varie de 3% à 30% selon les mesures mises en place (CPDT, 2003, d'après Institut des Transports, Université Napier, CEMT, 2002)

²⁴ C'est aussi le résultat obtenu en deux ans par Astra Zeneca à Manchester dont la politique s'est notamment appuyée sur l'amélioration et la subvention de services de bus (Rye, 2002).

Enfin, comme nous l'avons déjà mentionné, l'accent est généralement mis sur les déplacements vers le travail, par opposition aux livraisons, aux visiteurs et aux voyages d'affaires (Dickinson et al., 2003).

Ces résultats mitigés suggèrent donc que l'efficacité des plans de transports est assez variables.

2.5.3 Enseignements pour la prise de mesures

Les données relatives aux Pays-Bas et au Royaume-Uni mettent en évidence une participation volontaire relativement réduite au regard des infrastructures et de la politique active menée par les autorités publiques. Les entreprises tendent par ailleurs à se limiter à des mesures « douces » qui permettent typiquement des réductions de la voiture de 5% à 8%.

Avoir conscience des limites de la diffusion et de l'efficacité des plans de transport sur base volontaire permet d'éclairer les priorités et les budgets alloués à différentes politiques visant au transfert modal et à la réduction des émissions de CO₂.

2.6 CONCLUSION

Les données relatives à l'Etat de Washington et aux Pays-Bas montrent que les plans de transport fournissent des résultats en termes de transfert modal au niveau d'un site. Les impacts au niveau du réseau sont moins clairs puisque les déplacements supprimés peuvent être remplacés par la demande latente.

Malgré ces incertitudes, les plans de transport jouent un rôle important, notamment en favorisant une prise de conscience et en modifiant des habitudes qui peuvent aussi influencer les autres sphères de vie des employés.

Plusieurs recherches suggèrent que les entreprises connaissent peu ou insuffisamment les plans de transport d'entreprise. Une première étape consiste donc à évaluer et à accroître le degré de connaissance en Région wallonne, dans la continuité du travail réalisé dans le cadre de la loi-programme du 8 avril 2003 (MB, 2003 b).

L'analyse des incitants et des limites à la mise en place de plans de transport d'entreprises suggère par ailleurs de commencer par cibler les grandes entreprises qui font face à des problèmes de congestion, sont en expansion ou prévoient de déménager. Les alternatives de transport possibles influencent également la mise en place et la réussite des plans de transport d'entreprise. Il est donc intéressant de mettre la priorité sur les employeurs localisés dans les zones où les transports publics sont bien développés mais où leur utilisation est encore faible. De même, les entreprises désireuses de mettre l'accent sur la pratique du vélo veilleront par exemple à évaluer la part d'employés habitant dans un périmètre relativement proche.

Parmi les mesures à mettre en place, il est important de mettre l'accent sur l'analyse des besoins et la création de nouveaux services, comme la garantie du retour à domicile en cas d'imprévu. Rompre les chaînes de déplacements en offrant des services sur le lieu de travail ou encourager le transfert modal par des mesures économiques sont aussi des propositions intéressantes. Au-delà des ces mesures incitatives, il convient aussi de restreindre les avantages « extra-légaux » liés à la voiture en offrant des alternatives de « rémunération ». On peut aussi limiter le stationnement sur le lieu de travail, tout en modulant la politique en fonction de caractéristiques comme le revenu, la situation familiale ou l'accès aux modes alternatifs. L'allocation des revenus de stationnement dans des mesures compensatoires ou d'offre de transport est aussi essentielle.

Le cas des Pays-Bas qui mène une politique active depuis plus de 10 ans démontre toutefois que les initiatives volontaires des entreprises restent faibles - de l'ordre de 8%. Les mesures choisies sont par ailleurs généralement de faible amplitude, limitant l'impact de la démarche à une réduction de l'autosolisme de l'ordre de 5% à 8%.

Dans ce cadre, l'obligation de la mise en place de plans de transport, comme dans l'Etat de Washington ou en Italie peut s'avérer nécessaire.

Face aux débats et aux oppositions, une approche intermédiaire consiste à se concentrer sur les nouveaux projets de taille importante, de façon à limiter les déplacements en voiture dès l'origine. Une démarche progressive, intégrée par exemple dans le permis d'environnement, peut également offrir des perspectives intéressantes.

3. EVALUATION DU TELETRAVAIL SOUS L'ANGLE DES LOGIQUES COMPORTEMENTALES

3.1 UN CONCEPT COMPLEXE

On évoque souvent les télécommunications et le télétravail comme solutions au trafic et à la congestion. Les prévisions du télétravail ont cependant souvent été surestimées dans le passé (Salomon, 1998) et les taux d'utilisation effective ne satisfont pas encore nos attentes (Ptiskin, 1998).

L'attrait des solutions technologiques de la « société de l'information » engendre en effet un enthousiasme et une médiatisation qui manquent quelquefois de recul (Feldman et Gainey, 1997).

Le manque de modélisation comportementale des analyses relatives aux changements technologiques constitue par ailleurs une faiblesse de beaucoup d'études. Le télétravail dépend en effet de la décision conjointe de l'employeur et de l'employé – et d'autres acteurs - et affecte différentes sphères de vie, comme le travail, la famille et la mobilité. Négliger ces dimensions pour se concentrer sur la faisabilité technique d'une pratique risque donc de compromettre la compréhension du concept. Au-delà de la disponibilité ou de la présence d'une technologie, il est donc intéressant de se pencher davantage sur l'adoption réelle de la pratique visée. Beaucoup de statistiques mentionnent par exemple le nombre d'ordinateurs dans les foyers ou de télétravailleurs mais négligent la fréquence du télétravail. N'est-il pas plus évocateur de parler de télétravailleurs-jours ?

Le manque de définitions claires confondant quelquefois les travailleurs mobiles, à domicile, supplémentaires ou indépendants alimente également la confusion (CE, 2000 ; CPDT, 2003).

Apparu il y a plus de 25 ans (Salomon, 1998, d'après Nilles et al. 1976), le concept de télétravail reste donc soumis à de nombreuses discussions et interrogations. Certains auteurs pensent en effet que l'état des savoirs de l'impact des nouvelles technologies, comme le télétravail, sur la mobilité est peu avancé (Kaufmann, 1999, d'après Peter Jones ; Feldman et Gainey, 1997). Et d'autres remettent en question les attentes que l'on peut en avoir, condamnant quelquefois un certain « irréalisme futuriste » (Salomon, 1998, d'après Ferguson, 1986, Cowen, 1981, Olson, 1987, Renfro, 1982, Forester 1988, 1992 et Gold, 1991).

Cela ne signifie pas pour autant que le télétravail n'a pas les avantages que ses partisans défendent mais que certains impacts n'ont pas encore été démontrés de manière concluante (Feldman et Gainey, 1997). Les nombreux modèles proposés sont en outre fort spécifiques, peu transférables et difficilement comparables étant donné les approches variées utilisées et l'agrégation fréquente de variables simples en facteurs explicatifs plus complexes.

Certaines tendances comme la modification du monde du travail et des industries de l'information, la disponibilité croissante de technologies à des prix abordables et la croissance de la congestion dans de nombreuses zones urbaines suggèrent toutefois un potentiel de diffusion du télétravail (Salomon, 1998). C'est également la conclusion de l'évaluation de cette mesure dans le cadre des travaux de la CPDT (2003).

Conscients de la complexité du concept, nous proposons à présent de compléter les travaux de la CPDT menée en 2003 par une analyse du télétravail sous l'angle des logiques comportementales.

3.2 LES FACTEURS D'INFLUENCE

3.2.1 L'environnement

3.2.1.1 *Les trajets domicile - travail*

Les encombrements, la distance, la durée des trajets domicile-travail, la recherche d'un stationnement et le stress en résultant apparaissent naturellement comme des facteurs d'influence du télétravail (Raney, Mokhtarian et Salomon, 2000 ; Illegems et Verbeke ; Thomsin, 2001 ; CPDT, 2003). On observe en effet en Europe une corrélation positive entre navettes et prise de conscience, intérêt et considération du télétravail sous diverses formes (Ecatt, 1999). En particulier, 34.8% des Belges estiment que le télétravail au sens large réduit la nécessité de faire la navette entre chez eux et le lieu de travail (CE, 2000). Suite à une relocalisation de l'entreprise ou lors d'un changement de résidence, le télétravail à domicile offre également des perspectives intéressantes (Mokhtarian et Salomon, 1997).

Mais limiter le choix du télétravail à des considérations relatives à la désutilité des déplacements est réducteur. Les navettes peuvent tout d'abord avoir, dans une certaine mesure, une utilité positive. A l'inverse, la désutilité associée à un déplacement est souvent insuffisante pour annihiler l'utilité résultant de l'activité visée.

Par ailleurs, face à une congestion croissante, les conducteurs ont le choix entre une série d'options - différentes du télétravail : apprendre à vivre comme cela, modifier l'heure de départ, changer de mode ou d'itinéraire, ou sur le long terme, déménager²⁵, changer son organisation de travail - comme pratiquer le télétravail - ou changer d'emploi (Salomon, 1998, d'après Salomon et Mokhtarian, 1997). Comme nous le voyons, réduire le choix d'une personne à pratiquer ou non le télétravail conduit à une mauvaise interprétation de la situation dans laquelle se trouve l'individu. De même, le stress lié aux navettes n'est qu'un élément du stress de la vie et la perspective de la réduire peut ne pas suffire à motiver les employés.

Différentes contraintes peuvent en outre empêcher de télétravailler à domicile des personnes le souhaitant en raison de longs trajets (Mannering et Mokhtarian, 1995)

A l'inverse, d'autres motivations d'ordre professionnel, familial ou idéologique peuvent, indépendamment des déplacements, entrer en ligne de compte et favoriser le développement du télétravail.

²⁵ La mobilité résidentielle est abordée dans le chapitre 1 du volume 2 de ce rapport.

3.2.1.2 La région

On observe une différence marquée des taux de diffusion des divers types de télétravail entre le nord et le sud de l'Europe (Ecatt, 1999). Les populations et les économies scandinaves et néerlandaises semblent plus ouvertes aux innovations technologiques et organisationnelles. Leurs infrastructures disposent en outre d'un meilleur rapport coût-efficacité. Dans le sud en revanche, le manque plus fréquent d'espace dans les maisons et les caractéristiques des infrastructures technologiques entravent la diffusion du télétravail.

La faible densité de population, la longueur des navettes, le soutien politique et le contexte social propice aux formes de travail favorables à la famille sont d'autres hypothèses explicatives de la réussite scandinave.

A l'inverse, la densité des réseaux de communication et de la population ralentirait l'intérêt porté au télétravail en Belgique (ETO, 1999). Mais au regard des Pays-Bas, dont la densité de population est supérieure à celle de la Belgique, ce second argument semble discutable. D'autres facteurs comme la saturation du réseau routier peuvent aussi contribuer à expliquer ces différences.

On constate par ailleurs en Europe une corrélation positive entre le nombre des télétravailleurs de différents types et le PNB. Il existe cependant des variations positives, comme au Royaume-Uni et aux Pays-Bas, et négatives comme en France.

Enfin, près de 47% des télétravailleurs à domicile européens vivent dans une région qualifiée de rurale tandis que respectivement 31% et 22% vivent en ville et en périphérie (Ecatt, 1999).

3.2.1.3 Les caractéristiques techniques

Les caractéristiques techniques constituent bien sur un élément de base du télétravail à domicile (Illegems et Verbeke).

En Europe, les télétravailleurs à domicile n'utilisent pas plus d'emails que la moyenne mais 57% d'entre eux disposent d'un accès au réseau de leur organisation (Ecatt, 1999).

Les outils mis à leur disposition doivent donc favoriser un partage efficace de l'information, au moyen d'une bande passante suffisante et de téléconférences (Bélanger, 1999). En Belgique, 90% de la population a accès à l'ADSL, une couverture unique en Europe (CE, 2002, d'après ISPA). Ptiskin (1998) et Niles (1994) soulignent malgré tout le décalage inévitable qui existe entre les technologies disponibles au bureau et au domicile.

La sécurité des données peut par ailleurs constituer un obstacle (Bélanger, 1999 ; Lim et Teo, 2000, d'après Lam et al., 1995, Tung et al., 1995 et Turban et Wang, 1995). 62% des managers européens trouvent en effet cette question (très) importante (Ecatt, 1999 b).

3.2.1.4 Le cadre légal

La Belgique dispose depuis 1996 d'une loi « relative au travail à domicile » (MB, 1996 ; CPDT 2003). Le cadre législatif de base existe donc. Le terme télétravail n'apparaît cependant pas dans la loi et plusieurs éléments laissent à penser qu'il ne fait pas partie intégrante de la philosophie de la loi. Le titre V s'intitule par exemple « priorité aux travailleurs à domicile pour obtenir un emploi vacant chez leur employeur ». Et l'article 119.3 à insérer dans la loi du 3 juillet 1978 mentionne à l'alinéa 1° que l'employeur est tenu de « mettre à la disposition du travailleur (...) l'aide, les instruments et les matières nécessaires à l'exécution du travail ». La nature même des moyens que l'employeur doit mettre à la disposition des travailleurs n'est donc pas réglementée de façon détaillée dans la loi. Il en est de même de l'application de la loi sur les accidents de travail.

Différents textes légaux se rapportent par ailleurs au bien-être des travailleurs mais leur application concrète au télétravail à domicile n'est pas toujours évidente (Alcatel, 2003). La loi du 4 août 1996 « relative au bien-être des travailleurs » pose notamment la question du contrôle de l'application de la loi dont est chargée l'Inspection du travail (MB, 1996 a, art. 80). La loi du 16 novembre 1972 stipule en effet que les inspecteurs ne peuvent accéder à des locaux habités que s'ils sont munis d'une autorisation du juge du tribunal de police (MB, 1972, art 4.).

La plupart des arrêtés d'exécution de cette loi constituent le « Code sur le bien-être au travail » (SPF emploi, travail et concertation sociale, 2003). Certains de ces arrêtés sont la transposition en droit belge de directives européennes en matière de prévention et de protection de la santé et de la sécurité sur les lieux de travail. Dans ce cadre, le conseiller prévention de l'entreprise devrait pouvoir vérifier sur place si et comment le télétravailleur suit ces conseils (Alcatel, 2003). Mais ces pratiques posent encore beaucoup de questions.

Les conventions collectives de travail établies au sein de l'entreprise ou du secteur peuvent également jouer un rôle dans l'établissement des contrats de travail, notamment des télétravailleurs.

Comme nous le voyons, le cadre législatif pourrait être amélioré. Les répondants de l'étude menée en Région bruxelloise et wallonne mentionnent également la nécessité d'adapter le cadre législatif pour fixer les conditions générales de travail (André et al., 2001). Ils évoquent en particulier la révision du « Règlement général de la Protection du travail » qui couvre notamment des éléments relatifs au risque d'incendie, à l'hygiène du lieu de travail et à la santé du travailleur. Les répondants posent aussi les questions du statut du télétravailleur, de sa protection sociale, le contrôle du travailleur par l'employeur et des relations employeurs - employés. Or les personnes interrogées sont constituées des « principales parties concernées, notamment les représentants des employeurs et employés, (...) les administrations, partis politiques et experts ». Il semble donc que, pour certains acteurs centraux, le cadre législatif actuel soit en effet insuffisant.

Des questions relatives aux assurances peuvent également se poser. La loi sur les accidents du travail du 10 avril 1971 s'applique quant à elle à tous les travailleurs sous contrat d'emploi, y compris donc aux télétravailleurs. Mais la charge de preuve reviendrait au télétravailleur comme pour les accidents survenant sur le chemin du travail et la responsabilité éventuelle du travailleur risque aussi de poser problème (Alcatel, 2003).

3.2.2 Les facteurs d'influence liés à l'organisation

3.2.2.1 Les caractéristiques de l'organisation

La taille de l'organisation est un premier facteur d'influence du télétravail. Les télétravailleurs, au sens large du terme, sont en effet majoritairement employés par des organisations de plus de 1000 personnes (Ecatt, 1999). Les niveaux de prise de conscience et d'intérêt y sont aussi supérieurs. A ce propos, European Telework Online (1999) souligne la présence d'une grande proportion de petits bureaux de représentants, de fédérations ou d'associations à Bruxelles, dont la nature du travail et la taille ne sont actuellement pas favorables au télétravail.

De façon générale, les secteurs financiers et de services pratiqueraient davantage les différentes formes de télétravail. Par ailleurs, les entreprises dont les activités peuvent tirer profit de la pratique et de la promotion du télétravail peuvent être plus enclines à adopter cette organisation du travail. C'est en particulier le cas des entreprises qui opèrent sur le marché des télécommunications ou des communications de données, et qui bénéficient en outre d'un climat « culturel » relativement favorable à ce type de pratique. Il n'est dès lors pas étonnant de constater qu'en Belgique les entreprises les plus expérimentées dans le domaine sont Alcatel, IBM et Belgacom (CPDT, 2003).

L'adoption du télétravail dépend en outre de l'objectif sous-jacent de l'entreprise, de sa culture et de ses mécanismes de contrôle (Bélanger, 1999).

Enfin, les attitudes envers le télétravail dépendent des organisations (Mannering et Mokhtarian, 1995). L'expérience de télétravail de l'organisation ou du répondant influence par exemple les choix opérés à ce sujet. De même, le degré de connaissance du sujet est important puisque 54% des managers européens trouvent qu'un manque de connaissance à propos de la mise en place d'un tel programme est une barrière (très) importante (Ecatt, 1999 b).

3.2.2.2 Les avantages

Selon de nombreux auteurs, les télétravailleurs à domicile sont plus productifs (Feldman et Gainey, 1997 ; Bélanger, 1999 ; Lim et Teo, 2000, d'après Di Martino et Wirth, 1990, Frolick et al., 1993, Mokhtarian et al, 1998 ; CPDT, 2003 d'après AWT). Le temps gagné en évitant les navettes et la réduction d'absences occasionnelles constituent un premier élément explicatif. Ces employés travailleraient en outre pendant les heures où ils sont le plus efficaces, ils subiraient moins d'interruptions, flâneraient moins et bénéficieraient d'une meilleure concentration. Ces gains compenseraient donc les pertes éventuelles de productivité dues à une réduction des interactions professionnelles.

D'autres rappellent toutefois que la productivité est influencée par de nombreux facteurs d'environnement (Bélanger, 1999, d'après Downs, Clampitt et Pfeiffer, 1988). Elle est en outre difficile à mesurer dans le cas de travailleurs du secteur quaternaire (Bélanger, 1999, d'après Galbraith, 1993), engendrant souvent des recherches mesurant la productivité *perçue* des répondants.

Un deuxième avantage évoqué est la performance (Feldman et Gainey, 1997). Par opposition à la productivité, la performance se base davantage sur la qualité du travail. Elle se mesure notamment par la connaissance, le leadership, la capacité à poser des jugements, à innover, à se fixer des objectifs ou encore à travailler en équipe. Traditionnellement, on évalue la performance au moyen de l'observation directe et indirecte et par la présence des employés (Bélanger 1999, d'après Rotter 1996 et Ruppel et Harrington, 1995). En effet, il a été démontré qu'en cas de données visuelles et non visuelles contradictoires à propos de la performance, les managers sont davantage influencés par les informations visuelles (d'après Kulik et Ambrose, 1978). Comme pour la productivité, on s'attend à ce que les employés qui choisissent de travailler depuis la maison soient en moyenne plus performants.

La plupart des personnes souhaitent plus d'autonomie et de contrôle sur leur travail (Bélanger, d'après Greenberger et Strasser, 1986 ; Feldman et Gainey, 1997, d'après Fried et Ferris, 1987 et Hackman et Oldham, 1980). L'autonomie est donc un incitant utilisé pour garder les meilleurs employés et est une raison clé pour mettre sur pied ce type d'organisation du travail. L'éloignement physique des travailleurs influencerait par ailleurs la distribution des tâches au sein de l'équipe de façon à ce que les responsabilités du télétravailleur nécessitent moins d'interactions sociales (Feldman et Gainey, 1997).

Les auteurs évoquent également la flexibilité accrue, l'augmentation de la satisfaction et de l'engagement des employés, une baisse de l'absentéisme – et du présentéisme – ainsi que du taux de rotation du personnel (Feldman et Gainey, 1997). Le télétravail optionnel est aussi considéré par certains comme un avantage social facilitant le recrutement (Bélanger, 1999, Lim et Teo, 2000). Il permettrait aussi d'agrandir la base d'employés ou d'employeurs potentiels (Salomon, 1998). Ces avantages seront davantage évoqués dans la section relative aux employés.

Une baisse des frais de bureaux et de parkings et des frais généraux peut constituer un autre avantage pour les entreprises (Lim et Teo, 2000, d'après Lam et al, 1995 et Tung et al., 1995). Dans ce cadre, des facteurs macro-économiques influençant le prix des bureaux peuvent aussi influencer la demande de télétravail (Salomon, 1998).

3.2.2.3 Les obstacles

Les managers craignent souvent que les télétravailleurs n'accomplissent pas leur fonction comme ils le feraient au bureau (Bélanger 1999, d'après Handy 1995). La baisse de productivité est d'ailleurs une barrière mentionnée dans 55% des cas en Europe (Ecatt, 1999 b).

Cette peur est due à une culture organisationnelle bien établie où la gestion du personnel s'effectue au travers de la présence physique. Certains managers peuvent donc trouver difficile de contrôler et d'apprécier la performance d'employés qui ne sont pas présents physiquement (Lim et Teo, 2000, d'après Lam et al., 1995 et Tung et al., 1995). C'est une raison invoquée par 54% des organisations en Europe (Ecatt, 1999 b). Changer une telle culture et mettre en place de nouveaux mécanismes de contrôle peut prendre un certain temps.

Par ailleurs, certains redoutent aussi une perte d'identification et d'engagement vis-à-vis de l'employeur (Bélanger 1999, d'après Ford et Butts, 1991). La loyauté des employés est donc un critère de sélection important (Ford et McLaughlin, 1995). Plus concrètement, beaucoup de programmes de télétravail exigent un nombre minimal d'ancienneté dans l'organisation, de façon à ce que la culture ait été acquise (Bélanger, 1999, d'après Barnes 1994). Ce genre de facteurs est donc intéressant à prendre en compte lors de prévisions relatives au télétravail.

Beaucoup de managers craignent aussi un manque de synergie dans l'équipe et la perte de l'apprentissage informel (Kurland et Cooperb, 2002). Certains se demandent par ailleurs comme entretenir les relations entre employé et « mentor » dans les organisations où sont mis en place des programmes de « parrainage » visant au développement des employés plus jeunes. Si ces diverses difficultés peuvent affecter la productivité de l'organisation, certaines entreprises multinationales « virtuelles » confrontées à ces questions parviennent à limiter ces effets négatifs. A fortiori, un éloignement de quelques jours par semaine devrait pouvoir être géré.

Les coûts sont par ailleurs perçus comme un frein, en particulier dans les entreprises qui n'ont pas encore tenté l'expérience (ETO, 1999 ; CPDT, 2003, d'après Illegems et Verbeke, 2002). Certains non-télétravailleurs peuvent aussi demander une compensation en raison des frais et de l'utilisation privée de l'équipement informatique par les travailleurs à domicile (Lim et Teo, 2000).

3.2.2.4 Des conditions à satisfaire

Des changements d'ordre structurel peuvent être réalisés au bureau de façon à promouvoir le partage de l'information. De nouveaux rattachements hiérarchiques liant les télétravailleurs à des managers qui sont à l'aise avec ce type d'organisation peuvent par exemple faciliter la démarche (Bélanger, 1999).

On demandera alors aux managers de pouvoir communiquer efficacement, de bien planifier, organiser, fixer des objectifs, contrôler la performance et de sélectionner les bons participants au programme de télétravail (Ford et McLaughlin, 1995).

Des changements d'organisation peuvent aussi corriger certains inconvénients propres à ce mode d'organisation. On peut par exemple veiller à la disponibilité des télétravailleurs à certaines heures de la journée ou réserver un jour commun au bureau de façon à maintenir des réunions régulières (Bélanger, 1999).

3.2.3 Les facteurs d'influence liés à l'employé

3.2.3.1 La fonction

Les répondants de l'enquête menée à Bruxelles et en Wallonie (André et al., 2001) citent comme fonctions potentielles la traduction, l'encodage, l'analyse d'articles, les tâches répétitives et administratives, la création de sites internet et la recherche. Cette vision s'apparente toutefois davantage au travail à domicile qu'au « télétravail » qui permet une liaison permanente avec le bureau au moyen des télécommunications.

Selon les auteurs américains, le télétravail touche donc toutes les catégories de travailleurs, y compris de plus en plus de cadres et de travailleurs du secteur quaternaire (Bélanger, 1999).

La catégorie d'emploi influence cependant la propension au télétravail (Yen, 1994 ; Illegems et Verbeke), notamment en raison du pouvoir de négociation plus important de certaines catégories professionnelles. En effet, le télétravail optionnel est de plus en plus considéré comme un avantage social. Le support managérial ou de l'organisation influence donc la tendance à télétravailler (Illegems et Verbeke). En particulier, la relation avec le superviseur direct est importante (Mokhtarian et Bagley, 2000)

Les personnes principalement impliquées dans la prise de décision non routinière travaillent plus à domicile (Illegems et Verbeke). Les travailleurs qui ont l'habitude d'horaires flexibles, comme les vendeurs et le télémarketing, ont par ailleurs davantage de chances de télétravailler (Illegems et Verbeke ; Ford et McLaughlin, 1995). Mais horaire « flexible » signifie-t-il dans ce cas « heures supplémentaires », facilitant dès lors la confiance et le support du management ? Selon certains auteurs, les employés de bureau auraient moins l'occasion de télétravailler (Raney, Mokhtarian et Salomon, 2000) mais ce constat est toutefois controversé et certains voient un potentiel de télétravail dans cette catégorie professionnelle (Ford et McLaughlin, 1995).

Par ailleurs, il apparaît que les superviseurs d'équipe préfèrent généralement ne pas travailler à distance mais cette vision varie selon la culture de l'entreprise (Bélanger, 1999). Les exigences de communication et de coordination inhérentes à la fonction, comme les contacts face-à-face ou le besoin de supervision directe, influencent en effet négativement la pratique du télétravail (Bélanger, 1999, Illegems et Verbeke ; Feldman et Gainey, 1997). A l'inverse, une fonction qui peut se faire en tout lieu est bien sur un avantage.

Le statut de l'employé influence également la pratique du télétravail. Près de 64% des télétravailleurs européens ont en effet un contrat à durée indéterminée (Ecatt, 1999). Le télétravail est également corrélé positivement avec le revenu, en particulier chez les hommes, et la possession d'une voiture de fonction (Illegems et Verbeke ; Mannering et Mokhtarian, 1995). Dans le même esprit, les personnes dont l'emploi est précaire font preuve d'attitudes moins favorables au télétravail (Lim et Teo, 2000).

Notons enfin que les diverses caractéristiques de la fonction influencent à la fois les préférences initiales de l'individu et sa capacité à choisir de télétravailler à domicile (Mokhtarian et Salomon, 1997). On peut par exemple souhaiter télétravailler mais ne pas oser le demander.

3.2.3.2 L'éducation et les compétences

Outre la connaissance de base de l'informatique, les télétravailleurs doivent pouvoir se suffire à eux-mêmes, être fiables et bien communiquer. Pouvoir travailler et résoudre des problèmes de façon indépendante, se concentrer dans un environnement extérieur au travail, s'organiser et gérer son temps sont d'autres qualités nécessaires (Bélanger, 1999, Ford et McLaughlin, 1995). L'adoption du télétravail à domicile est aussi favorisée lorsque l'individu a l'habitude de ramener du travail à la maison (Illegems et Verbeke). Mais est-ce en raison d'une capacité à travailler dans un environnement différent du bureau ou en raison du zèle et de l'engagement du travailleur qui n'hésite pas faire des heures supplémentaires à la maison ?

Les télétravailleurs à domicile ont par ailleurs un niveau d'éducation supérieur à la moyenne (Illegems et Verbeke ; Ecatt, 1999). Il en est de même des personnes qui sont intéressées par le télétravail en général ou envisagent de la pratiquer.

Ces quelques observations confirment donc la tendance à considérer le télétravail à domicile comme un privilège pour les employés qualifiés.

3.2.3.3 L'âge et l'ancienneté

Environ 32% des télétravailleurs à domicile européens ont entre 30 et 39 ans et 30% ont entre 40 et 49 ans (Ecatt, 1999).

Certaines études relatives aux préférences pour les télécentres mettent en évidence l'influence de l'âge (Stanek et Mokhtarian, 1998) mais de façon générale c'est surtout l'ancienneté dans l'organisation qui influencerait la propension à télétravailler (Bélanger, 1999).

3.2.3.4 Le genre

Le genre a souvent été mis en évidence comme un déterminant du potentiel de télétravail (Bélanger, 1999 ; Lim et Teo, 2000, d'après De Sanctis, 1984, Mokhtarian et al. 1998).

On souligne souvent les préférences des mères de famille avec enfants en bas âge pour les organisations de travail « alternatives » (Feldman et Ganey, 1997). Les femmes qui s'occupent traditionnellement plus d'enfants ou de parents âgés pratiquent par exemple plus le travail à temps partiel qui leur permet de mieux contrôler leurs horaires. Certains pensent donc que le télétravail à domicile peut fournir une occasion de combiner carrière et famille (Feldman et Gainey, 1997). Au-delà des aspects domestiques, les femmes seraient aussi motivées par la flexibilité dans le travail, les aspects pratiques, l'autonomie et un sentiment de réalisation que le télétravail leur procure (Lim et Teo, 2000 ; d'après Di Martino et Wirth, 1990, Chapman et al. 1995). Selon certains modèles, les femmes souffriraient par ailleurs plus du stress de navettes de même durées que les hommes (Mokhtarian et Salomon, 1997).

D'autres y voient toutefois pour les femmes un risque d'être forcées de pratiquer le télétravail pour maintenir une flexibilité d'horaires nécessaire aux enfants ou aux personnes âgées. De nombreux auteurs évoquent aussi le risque accru d'exploitation des femmes dans un travail à domicile à salaire réduit. Selon Bélanger (1999), cette question relève plus du pouvoir de négociation des différentes fonctions que des questions de genre.

Selon Ecatt (1999), les européens et les européennes ont des niveaux de conscience (respectivement 71.8% et 67%) et d'intérêt (respectivement 67.3% et 64.7%) similaires mais les femmes le considèrent moins comme une option que les hommes (18.3% et 24.3%).

Ces résultats sont confirmés par la pratique puisque les hommes télétravaillent davantage que les femmes (Illegems et Verbeke). En Europe, ils représentent plus de 80% des télétravailleurs à domicile (Ecatt, 1999). La proportion des femmes est cependant plus importante dans les pays où le télétravail est plus développé comme au Royaume-Uni, aux Pays-Bas ou en Suède.

3.2.3.5 Les caractéristiques familiales

Les caractéristiques familiales comme la présence de jeunes enfants sont aussi souvent citées facteurs d'influence des préférences ou de la pratique du télétravail (Raney, Mokhtarian et Salomon, 2000 ; Yen, 1994 ; Illegems et Verbeke, Stanek et Mokhtarian, 1998). Selon les données Ecatt (1999), près de 40% des télétravailleurs à domicile sont des couples sans enfant tandis que 21,5% sont des ménages avec des enfants de moins de 6 ans et 27,5% des ménages avec des enfants de plus de 6 ans. Ces ménages avec enfants sont donc surreprésentés dans cette forme de télétravail, suggérant bien un tel lien. Il en est de même des femmes qui télétravaillent à domicile puisque 46% d'entre elles ont de jeunes enfants.

Certains émettent aussi l'hypothèse que les personnes en couple ou mariées auraient des attitudes plus favorables au télétravail à domicile (Lim et Teo, 2000) et se tourneraient davantage vers ce genre d'organisation du travail (Feldman et Gainey, 1997).

Mais au-delà de ces facteurs objectivables, c'est surtout l'orientation « famille » qui influence le télétravail et sa fréquence (Mannering et Mokhtarian, 1995).

3.2.3.6 La personnalité

Les variables socio-économiques contribuent à expliquer certains comportements et sont assez faciles à étudier. Des variables combinées capables de saisir de façon plus globale les individus en incluant notamment les traits de personnalité devraient toutefois permettre d'améliorer la compréhension des attitudes ou des comportements de télétravail (Salomon, 1998, d'après Salomon et Ben-Akiva, 1983 et Morikawa et al., 1990).

D'autre part, les traits de personnalité des employés peuvent être utiles pour sélectionner les participants et évaluer l'impact négatif que certains obstacles comme l'isolation sociale peuvent avoir sur eux (Feldman et Gainey, 1997, d'après Barrick et Mount, 1991 et Digman, 1980).

On peut par exemple s'attendre à ce que les personnes extraverties, sociables, chaleureuses ou sociables cherchent moins à télétravailler et se sentent plus isolées dans ce genre de situation. De même, les personnes anxieuses préfèrent être entourées (Feldman et Gainey, 1997, d'après Hackman, 1976 et Rabie, 1963).

Contrairement aux attentes, les personnes fort engagées vis-à-vis de leur organisation auraient des attitudes moins favorables au télétravail (Lim et Teo, 2000). Ils peuvent notamment craindre de manquer les interactions du bureau.

A l'inverse, les employés peu engagés ou qui n'apprécient pas l'ambiance du lieu de travail peuvent préférer être en être éloigné (Lim et Teo, 2000, d'après Frolick et al., 1993). On notera que les employés peu engagés vis-à-vis de l'*organisation* peuvent toutefois aimer leur emploi, leur équipe ou le projet sur lequel ils travaillent (Lim et Teo, 2000, d'après Olson et Primps, 1984).

On prévoit par ailleurs que les employés consciencieux et possédant une certaine autodiscipline fournissent plus d'effort dans un cadre isolé que les ceux qui ne possèdent pas ces traits de personnalité. Bien que ces qualités influencent les préférences, des personnes ne les possédant pas pourraient toutefois souhaiter télétravailler dans le but de se soustraire à la discipline du bureau (Stanek et Mokhtarian, 1998 ; Mokhtarian et Salomon, 1997).

Le « contrôle interne » est un trait de personnalité positivement corrélé au sens de l'organisation, à l'indépendance et à la satisfaction en général. Sans être une condition nécessaire, on peut penser que ce trait de personnalité augmente la probabilité du télétravail (Mokhtarian et Salomon, 1997). De même, les employés qui aiment participer à de nouvelles expériences, sont imaginatifs et curieux sont plus susceptibles de télétravailler et de participer à la réussite d'un tel programme.

Enfin, les employeurs sélectionneraient davantage les personnes assez carriéristes (Ford et McLaughlin, 1995).

3.2.3.7 Les avantages

Un premier avantage souvent évoqué est le gain de temps que l'on peut ensuite consacrer à ses enfants, à des parents âgés ou à soi-même (Raney, Mokhtarian et Salomon, 2000 ; Bélanger, 1999, d'après DeSanctis, 1984 et Olson, 1983). L'indépendance, la flexibilité et le contrôle des horaires sont aussi évoqués comme avantages dans les études (Raney, Mokhtarian et Salomon, 2000 ; Bélanger, 1999 ; Feldman et Gainey, 1997 ; CE, 2000). Prendre une pause à sa convenance, faire des courses durant les heures d'ouverture des magasins, s'habiller comme on le souhaite, avoir davantage de loisirs ou être plus disponible pour sa famille constituent autant d'avantages qui contribuent à atteindre un meilleur équilibre entre vies professionnelle et privée (Thomsin, 2001 ; Mokhtarian et Bagley, 2000 ; Lim et Teo, 2000 ; CE, 2000). Etre moins suivi par son superviseur et être davantage jugé sur les résultats sont aussi des aspects appréciés (Mokhtarian et Bagley, 2000).

Certains apprécient également la concentration que permet le télétravail à domicile (Thomsin, 2001). Les répondants peuvent alors « faire avancer efficacement le travail en cours, régler un problème difficile, rédiger un rapport ou lire des publications ».

L'épargne réalisée sur les déplacements, les repas ou les vêtements constitue un autre avantage aux yeux des travailleurs (Raney, Mokhtarian et Salomon, 2000 ; Bélanger, 1999, Illegems et Verbeke ; Lim et Teo, 2000).

Enfin, le stress liés aux navettes et au travail seraient aussi réduits (Mokhtarian et Salomon, 1997).

Ces divers avantages devraient se traduire par une satisfaction et une qualité de vie accrues.

En effet, selon de nombreux auteurs, le télétravail devrait accroître la satisfaction des travailleurs. Celle-ci se mesure par les sentiments positifs des répondants à propos de leurs expériences de travail (Bélanger 1999, d'après Chapman, Sheeney, Heywood, Dolley et Collins, 1995). Locke (1976) identifie par exemple neuf composantes de la satisfaction : le travail en soi, la reconnaissance, les promotions, la supervision, les collègues, les conditions de travail, le management, le salaire et les avantages complémentaires (Mokhtarian et Bagley, 2000). Et la satisfaction influencerait à son tour la productivité (Lim et Teo, 2000, d'après Di Martino et Wirth, 1990, Huws at al., 1990 et Frolick et al., 1993).

3.2.3.8 Les obstacles

L'environnement du bureau personnel, l'espace et le manque ou la lenteur de l'équipement et des connexions constituent une première barrière au télétravail (Bélanger, 1999, Illegems et Verbeke).

Le besoin de séparer vies professionnelle et familiale est également un obstacle évoqué dans les enquêtes (Illegems et Verbeke ; Mokhtarian et Bagley, 2000).

Certains pensent par ailleurs qu'ils n'auraient pas la discipline requise pour travailler à la maison et qu'ils sont plus productifs au bureau (Raney, Mokhtarian et Salomon, 1997 et 2000 ; Bélanger, 1999). Il apparaît en effet que la présence d'autres personnes peut influencer l'effort individuel dans le travail, en raison de la « surveillance » mutuelle (Feldman et Gainey, 1997, d'après Zajonc, 1965).

Dans le même esprit, certains soulignent le besoin de partager de l'information – de façon spontanée - avec leurs collègues, de résoudre des problèmes ensemble et d'apprendre au contact des autres. Et la technologie disponible ne peut pas toujours répondre à ces besoins : téléphoner ou envoyer un email n'apporte tout simplement pas les mêmes bénéfices qu'une discussion improvisée. Alors que certains considèrent que ces échanges sont essentiels à leur travail, les télétravailleurs disent souvent qu'ils sont plus productifs car ils échappent précisément à ces interruptions (Illegems et Verbeke). Certains auteurs pensent, au contraire, que la communication informelle dans les bureaux est moins perturbatrice car elle permet de vérifier au préalable par l'observation la disponibilité des collaborateurs tandis que la communication à distance dépend beaucoup de coups de téléphone « aveugles » et de rendez-vous (Niles, 1994). La personnalité – ou la fonction – des employés semble donc jouer un rôle essentiel dans l'interprétation de ces avantages et inconvénients.

La synergie du groupe peut par ailleurs être affectée lorsque les non-télétravailleurs mettent en doute le travail de ceux qui restent à la maison (Kurland et Cooperb, 2002). Dans cet esprit, le support des collègues influence fortement les attitudes envers le télétravail (Lim et Teo, 2000). Et naturellement, ceux qui restent au bureau soutiendront plus les télétravailleurs s'ils n'ont pas l'impression que ceux-ci sont privilégiés (Lim et Teo, 2000, d'après Yap et Tng, 1990). Il est donc important que les « règles du jeu » connues et, dans la mesure du possible, identiques pour les uns et les autres.

Certains évoquent également le besoin de socialiser avec leurs collaborateurs et la motivation engendrée par l'ambiance au bureau (Illegems et Verbeke, Mokhtarian et Salomon, 1997 : CE, 2000).

Une autre obstacle de taille est la crainte d'entraver le développement de sa carrière, de moins bien communiquer ou d'être mal vu par son management (Bélanger, 1999 ; Lim et Teo, 2000, d'après Shamir et Salomon, 1985, Ramsower, 1985, Duxbury et al. 1987 et Yap et Tng, 1990 ; Mokhtarian et Bagley, 2000 ; Mokhtarian et Salomon, 1997). Les télétravailleurs ont par exemple moins l'occasion de participer aux « réseaux » de l'entreprise. Certains redoutent donc de passer à côté de projets intéressants, de perdre le crédit de leurs idées ou de ne pas être « connu » dans l'organisation. Les télétravailleurs peuvent par ailleurs moins apprendre au contact des autres membres de l'équipe, ce qui peut aussi freiner le développement de leur carrière (Kurland et Cooperb, 2002 ; Lim et Teo, 2000). Et même lorsqu'ils sont présents une partie du temps, certains se sentent « hors du coup » et n'osent plus poser de questions. Professionnellement, les employés craignent en outre qu'une fois absent, on les oublie pour les promotions et les récompenses. Un certain stress peut donc en résulter (Lim et Teo, 2000, d'après Di Martino et Worth, 1990). C'est en particulier le cas des employés dont la performance ne peut être mesurée objectivement. Ceux-ci dépendent alors particulièrement de leur superviseur direct en termes de reconnaissance et de promotion (Lim et Teo, 2000, d'après Hartman et al., 1992). Selon certaines recherches, il apparaît d'ailleurs que les managers ont plus tendance à promouvoir les employés qui restent au bureau que les télétravailleurs, contribuant dès lors à leur isolement professionnel (Kurlanda et Cooperb, 2002, d'après Christenson, 1988).

Le support du management et des superviseurs influence donc de façon importante les attitudes envers le télétravail à domicile et sont critiques pour le succès d'un programme de télétravail (Lim et Teo, 2000, d'après Solomon et Templer, 1993 et Prytash, 1995). Sans un bon support managérial et malgré les moyens technologiques à disposition, les employés risquent de penser que cette organisation du travail n'est que « passagère » (Lim et Teo, 2000, d'après DeSanctis, 1984).

Tous les télétravailleurs ne se sentent cependant pas isolés. Comme on peut s'y attendre, les personnes qui ne veulent pas ou n'espèrent pas de promotion ou préfèrent « faire profil bas », les « vétérans » de l'entreprise qui disposent d'un bon réseau de relations, les employés qui sont dans la même situation que leurs collègues directs ou qui télétravaillent peu souvent, comme un demi ou un jour par semaine, perçoivent en effet beaucoup moins les obstacles que nous venons d'évoquer.

Selon plusieurs auteurs, ce serait surtout les non-télétravailleurs qui perçoivent négativement l'impact du télétravail sur la gratification et la satisfaction professionnelle (Illegems et Verbeke). Dans certaines études, les télétravailleurs trouvent par exemple justes les procédures d'octroi de récompenses et la façon dont leur superviseur interagit avec eux (Kurland et Cooperb, 2002, d'après Kurland et Egan, 1999).

Mais devant les nombreux éléments mis en évidence à ce sujet, la question de l'isolement professionnel reste sans nul doute centrale.

Par ailleurs, les programmes de télétravail qui prévoient de supprimer une partie de l'espace de bureau peuvent rencontrer une certaine résistance. Des bureaux partagés réduisent en effet l'intimité et le contrôle des employés et peuvent dès lors affecter leurs attitudes (Lim et Teo, 2000).

Enfin, tout comme le télétravail ne constitue qu'une option parmi d'autres dans le cadre des problèmes de congestion, il ne représente également qu'une possibilité dans un contexte professionnel dans lequel les employés peuvent avoir déjà réalisé une série d'ajustements comportementaux. La décision d'en adopter un nouveau – le télétravail – dépend par conséquent de ces choix passés et de la perception des coûts et des bénéfices des options qui sont encore disponibles (Salomon, 1998, d'après Kraut, 1987 et Salomon et Mokhtarian, 1995).

3.2.3.9 Les raisons pour quitter le programme

Au-delà des préférences, des choix et de la fréquence du télétravail, il est intéressant de savoir après combien de temps et pourquoi les participants à un programme de télétravail à domicile le quittent finalement.

Selon une enquête menée dans plusieurs villes californiennes (Varma, Ho, Stanek et Mokhtarian 1998), environ un tiers des participants initialement prévus ont quitté le programme avant même qu'il ne commence. Après deux ans, environ deux tiers des télétravailleurs y participaient encore. Parmi ceux qui ont abandonné, 70% des répondants ont quitté le programme pour des raisons liées à leur emploi, comme des changements de fonction ou de responsabilités. 27% ont abandonné le programme car leur superviseur ne voulait plus qu'ils télétravaillent, 13% parce qu'ils ont eu un nouveau superviseur et 15% ont arrêté de télétravailler car ils ont changé d'employeur. Enfin, 14% évoquent un manque d'équipement, un résultat surprenant pour la Californie, une région où les hautes technologies occupent depuis longtemps une place centrale (AeA, 2003).

Ces chiffres soulignent l'importance du rôle du management de l'entreprise dans la mise en place et la poursuite du télétravail. Les données relatives à l'équipement suggèrent aussi de ne pas sous-estimer ce facteur et de ne pas le prendre pour argent comptant. Il est intéressant de noter également que seuls 3% ont quitté le programme car ils n'étaient pas satisfaits du télétravail.

3.2.4 Enseignements pour la prise de mesures

Nous avons vu que le télétravail dépend notamment des navettes et des caractéristiques techniques. Indépendamment de ces facteurs, on observe toutefois une diffusion fort variable selon les régions. Le contexte social, politique et législatif semble en effet jouer un rôle important.

Les autorités publiques peuvent contribuer à la diffusion du télétravail en développant un contexte politique et législatif favorable. En particulier, il convient de clarifier les questions relatives à la protection du travail, aux assurances, à l'organisation du travail et aux mécanismes de contrôle, en encourageant notamment la mise en place de conventions collectives et de contrats de travail répondants à ces questions.

Les caractéristiques de l'organisation comme la taille ou le secteur sont importants. Le manque de connaissance ou d'expérience constitue en outre un frein à la diffusion de cette pratique.

Fournir de l'information et conseiller les entreprises devrait permettre de favoriser le télétravail. Cibler les entreprises de taille importante et appartenant à certains secteurs permet en outre une meilleure efficacité.

Certaines organisations craignent aussi une baisse de productivité, de synergies dans le travail et d'engagement des employés. Les coûts sont aussi souvent évoqués. A l'inverse, certaines organisations y voient une opportunité de satisfaire leurs employés, de réduire l'impact négatif des navettes sur la productivité et d'améliorer leur performance. Les frais immobiliers et les frais généraux peuvent en outre être réduits. Le respect de certaines conditions permet en outre de limiter les inconvénients éventuels du télétravail.

L'information divulguée aux entreprises ciblées – et aux employés- devrait inclure une analyse des avantages et inconvénients de la démarche de façon à améliorer la compréhension de la pratique et à réduire certaines barrières. Des exemples et des conseils pratiques sont aussi nécessaires.

Les caractéristiques des fonctions comme le degré de qualification, la prise de décision non routinière ou l'autonomie influencent positivement la pratique du télétravail. Le niveau d'éducation et les compétences jouent aussi un rôle déterminant.

Pour plus d'efficacité, une politique de promotion du télétravail devrait cibler, dans un premier temps, les catégories d'emploi les plus susceptibles de convenir à cette pratique.

L'influence de multiples facteurs comme l'ancienneté, le genre, les caractéristiques familiales et la personnalité rappellent la complexité des préférences et des choix comportementaux. Certains groupes de population voient dans le télétravail un potentiel important d'avantages. D'autres, en revanche, craignent une série d'obstacles, en particulier l'isolement social et professionnel.

Étant donné la complexité et la multiplicité des préférences et des comportements, il est important que le télétravail se développe sur base volontaire. Une information adaptée peut toutefois lever certaines incertitudes et encourager cette pratique. Restreindre le télétravail à quelques jours par semaine permet en outre de limiter la crainte de l'isolement.

Parmi les raisons de quitter un programme de télétravail, on observe le rôle important du management de l'organisation et de l'équipement technique.

Il est important de ne pas sous estimer la question du support technique, même dans des conditions *a priori* favorables.

3.3 COMPORTEMENTS DE TELETRAVAIL

3.3.1 Un modèle comportemental du télétravail

Selon l'enquête Ecatt (1999) menée dans 10 pays européens, près de 70% des européens sont conscients de l'existence du télétravail au sens large, une proportion qui a cru depuis 1994. En revanche, seuls 21% ont eux-mêmes considéré cette option. Et ce chiffre tombe à environ 14% en France.

La perception d'une personne au sujet du télétravail influence bien sur son choix éventuel. Mais avoir une conception positive du télétravail ne suffit pas. Les attitudes relatives avantages et inconvénients, comme le risque, le contrôle, la discipline, l'indépendance, les temps de loisir et les contacts sociaux, peuvent en effet influencer la décision finale (Illegems et Verbeke). Par ailleurs, une mauvaise compréhension du télétravail risque de réduire la probabilité de préférer ou de pratiquer cette forme de travail (Mokhtarian et Salomon, 1997).

Par conséquent, malgré un intérêt élevé, le pourcentage des européens ayant déjà pratiqué un type de télétravail, y compris simplement faire des heures supplémentaires à la maison, est de seulement 6,3% et de 3% en France.

Selon une étude menée en 1996, pour la majorité des télétravailleurs potentiels, le télétravail constitue pourtant une « alternative préférée mais impossible » (Salomon, 1996). Alors que 88% de l'échantillon étudié affirme vouloir télétravailler, plus de 68% ne peuvent choisir cette option en raison de diverses contraintes tandis que seulement 11% le souhaitent et le pratiquent. Ces observations soulignent un large décalage entre préférences et choix et le besoin d'étudier la relation qui les lie. Elles suggèrent notamment d'analyser les obstacles que rencontrent des solutions technologiques *a priori* souhaitées.

Dans cet esprit, Mokhtarian et Salomon (1994 et 1997) ont identifié trois types de facteurs explicatifs des préférences et choix de télétravail : les incitants, les contraintes et les facilitateurs.

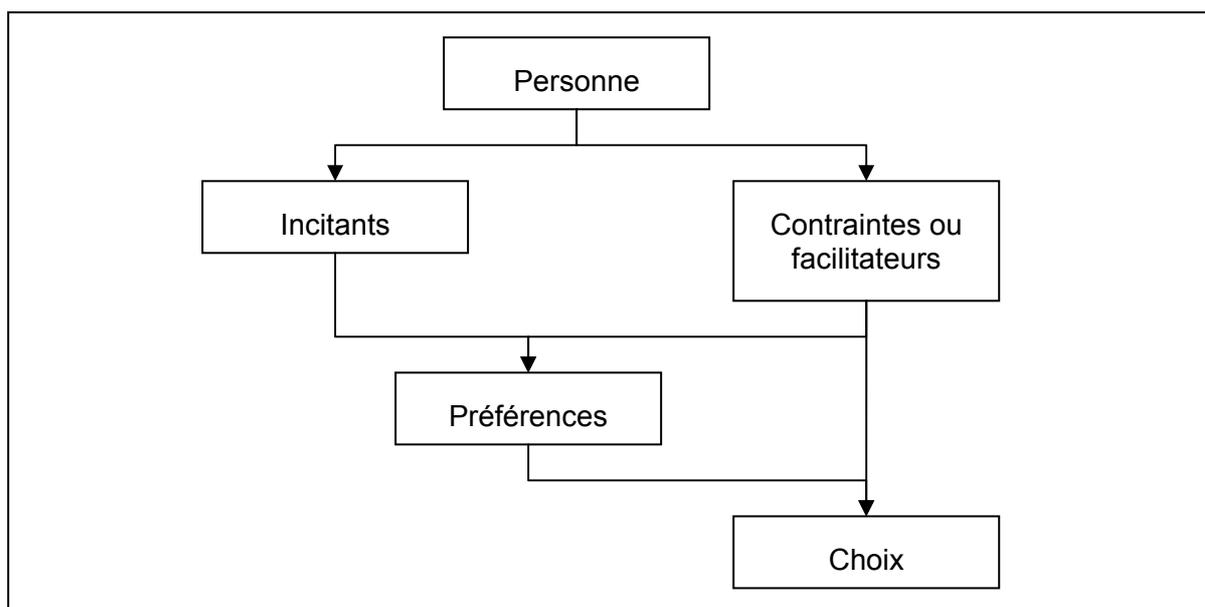


Figure 1 : Un modèle du souhait de télétravail (Mokhtarian et Salomon, 1997)

- Les incitants définissent l'orientation long terme à laquelle une personne aspire. Ces « construits » internes sont liés à la famille, aux loisirs, au travail, à l'indépendance, à l'idéologie ou aux déplacements. S'ils ne sont pas satisfaits, les incitants suscitent des modifications visant à une plus grande satisfaction. Ils indiquent la direction souhaitée du changement et déterminent les alternatives à considérer, parmi lesquelles peut figurer le télétravail à domicile.
- Les contraintes sont des facteurs qui inhibent la formation de préférences ou la prise d'action, dans notre cas la pratique du télétravail. Elles peuvent être externes ou propres à la personne. Elles peuvent être continues, c'est à dire diminuer la probabilité d'un changement de comportement ou être binaires, comme certaines contraintes exogènes imposées par l'environnement physique, institutionnel ou social et qui représentent une condition nécessaire au télétravail. Les contraintes expliquent en grande partie le décalage que l'on peut observer entre préférences et choix effectif.
- Il semble, dans notre cadre, que les contraintes internes, comme les traits de personnalité ou les attitudes, affectent en particulier les préférences tandis que les contraintes externes influencent ensuite la mise en pratique effective du télétravail.
- Les facilitateurs encouragent quant à eux la pratique visée, l'adoption du télétravail.

Selon les personnes et les circonstances, certains facteurs peuvent apparaître comme des contraintes ou des facilitateurs :

- Les personnes qui ne contrôlent pas suffisamment leur vie en termes de temps et de productivité peuvent envisager le télétravail comme une solution. A l'inverse, les individus qui se sentent à la merci de circonstances extérieures peuvent préférer une organisation de travail plus conventionnelle.
- La discipline et l'organisation sont généralement considérées comme des facteurs favorables au télétravail à domicile. A l'opposé, des personnes qui manquent d'auto-discipline peuvent aussi voir dans le télétravail un moyen d'échapper à la structure rigide du bureau.

- Une personne satisfaite professionnellement peut souhaiter pratiquer le télétravail de façon à mieux travailler et à en tirer encore davantage de satisfaction. Mais si l'environnement et les interactions du lieu de travail influencent positivement sa satisfaction, elle risque de ne pas souhaiter changer son mode de travail.
- Les « bourreaux du travail » peuvent voir dans le télétravail à domicile une occasion de travailler davantage. Cependant s'ils ont des difficultés à maintenir la frontière entre famille et travail, ils peuvent préférer rester au bureau.
- Une bonne relation entre employé et superviseur augmente les préférences et la pratique du télétravail. Une personne qui ne s'entend pas avec son superviseur peut toutefois aussi souhaiter télétravailler de façon à diminuer les contacts et les tensions.
- Beaucoup perçoivent négativement les navettes en raison par exemple du temps perdu, du stress encouru ou de leur impact sur l'environnement. Mais certains aiment conduire ou trouvent une utilité positive dans ces déplacements.

Ces quelques exemples illustrent la complexité de la modélisation comportementale du télétravail et par conséquent des projections relatives à cette pratique (Salomon et Mokhtarian, 1997 ; Mokhtarian et Bagley, 2000).

3.3.2 Le choix volontaire et la fréquence

On peut s'attendre à ce que le télétravail obligatoire engendre une certaine insatisfaction mais, de façon générale, les télétravailleurs volontaires devraient en être satisfaits.

Les télétravailleurs volontaires expérimenteraient davantage les bénéfices que ceux qui ont été fortement « encouragés » par leur organisation. Ceci peut s'expliquer en partie par des attentes plus réalistes parmi les employés volontaires, un engagement plus grand malgré les difficultés associées au télétravail et une moindre réaction vis-à-vis d'un changement imposé (Feldman et Gainey, 1997, d'après Brehm, 1966 et Wanous, 1981). La perception de la distribution des gratifications relatives au travail confirme par ailleurs cette idée (Ford et McLaughlin, 1995 ; André et al, 2001).

Le manque d'intérêt des employés est mentionné comme barrière par 37% des managers européens interrogés (Ecatt, 1999 b). Mais près de 40% des européens disent être (très) intéressés par la pratique du télétravail permanent tandis que plus de la moitié s'intéressent au télétravail à temps partiel.

Les différences entre ces types de télétravail sont toutefois plus marquées dans la réalité puisque les télétravailleurs à temps plein constituent une minorité : en Europe, seulement 6 à 7% des télétravailleurs le pratiquent quotidiennement (Ecatt, 1999).

De façon générale, la plupart des télétravailleurs le pratiquent 1 à 2 jours par semaine²⁶ (Salomon, 1998, d'après Nilles, 1988 ; Mokhtarian et Bagley, 2000). Les données européennes confirment cette observation puisqu'en moyenne 31% du temps des télétravailleurs est passé à la maison, ce qui représente entre 1 et 2 jours de travail. En termes de répartition, la moitié des télétravailleurs restent 1 jour par semaine à la maison et 30% y travaillent deux jours (Ecatt, 1999).

²⁶ Ces résultats concordent avec l'hypothèse basse des modèles mentionnés dans les travaux de la CPDT (2003).

La fréquence du télétravail est influencée par une série de facteurs relatifs aux préférences et au choix évoqués précédemment. Mannering et Mokhtarian (1995) ont aussi mis en évidence une série d'éléments relatifs à la fréquence. Parmi ceux-ci, on trouve la présence de petits enfants, la taille du foyer, l'orientation familiale, le nombre de voitures, la durée des navettes, la modification récente de l'heure de départ, le degré de contrôle de la planification des tâches, le genre, le statut de superviseur et la possibilité d'emprunter un ordinateur du bureau. Étonnamment, la distance entre domicile et travail et la durée des navettes ne sont pas toujours mises en évidence et la littérature à ce sujet peut s'avérer contradictoire (Mannering et Mokhtarian, 1995, d'après Olszewski et Mokhtarian, 1994). En termes d'incitants, ce sont surtout les aspects liés au travail qui semblent importants. Les attitudes, la prise de conscience, la famille et le transport sont également significatifs dans les cas étudiés par ces auteurs.

3.3.3 Enseignements pour la prise de mesures

Le degré de connaissance de la pratique du télétravail est assez élevé en Europe. Les travailleurs ayant considéré cette forme d'organisation du travail ou l'ayant pratiqué sont toutefois nettement moins nombreux. Pour beaucoup le télétravail constitue une « alternative préférée mais impossible » et on observe un décalage important entre préférences et choix.

Les comportements dépendent en effet de l'orientation de vie des travailleurs mais aussi des contraintes ou de facilitateurs externes.

Il est important de considérer les processus de construction des comportements lors de la définition de prévisions de télétravail. La disponibilité de moyens techniques et les préférences des travailleurs se heurtent en effet à de nombreux obstacles dont la prise en compte est essentielle à la compréhension de cette pratique et des tendances futures.

On observe un décalage entre perception du souhait de télétravailler des employés par les managers et ce que les employés déclarent.

Les décalages de perception des préférences entre employés et employeurs suggèrent un déficit de communication à ce sujet.

En termes de fréquence, les comportements les plus courants se traduisent par 1 ou 2 jours de télétravail par semaine.

Les prévisions de télétravail doivent tenir compte d'une fréquence moyenne de 1 à 2 jours par semaine parmi les télétravailleurs.

3.4 L'ACCEPTABILITE DE LA MESURE PAR LES DIFFERENTS ACTEURS

Selon l'enquête menée en Régions wallonne et bruxelloise auprès des représentants des employeurs et des employés, des sociétés de transport public, des autorités publiques et d'experts, la mesure est acceptable d'un point de vue théorique mais ne l'est pas encore dans les mentalités (André et al., 2001). La majorité des personnes interrogées dans cette étude considèrent la mesure comme faisable à peu faisable en Belgique.

Pour les syndicats, le télétravailleur glisserait en effet progressivement vers le statut d'indépendant. 25% des entreprises interrogées en Europe citent d'ailleurs la résistance de ces organisations (Ecatt, 1999 b).

L'isolement social et le manque de frontière entre vies professionnelle et vie privée sont d'autres arguments évoqués durant les interviews. Certains questionnent aussi la répartition de la charge de travail, qui pourrait davantage peser sur les non - télétravailleurs. Enfin, pour d'autres, le télétravail risque de mener à une « dualisation sociale » dont les femmes pourraient être la première cible.

Selon une autre enquête menée en Grande-Bretagne, le télétravail fait partie des mesures perçues comme les moins efficaces par les décideurs dans le cadre d'une mobilité durable (Ison et Wall, 2002). C'est aussi le point de vue qui se dégage de l'étude menée en Régions wallonne et bruxelloise (Andre et al., 2001).

European Telework Online (1999) identifie toutefois en Belgique une série d'associations et de recherches du monde de l'entreprise et des autorités publiques qui devraient contribuer à encourager le télétravail.

3.4.1 Enseignements pour la prise de mesures

Malgré les préférences des travailleurs, une majorité d'acteurs du monde professionnel considèrent la mesure comme faisable à peu faisable en Belgique.

Avant de mettre en place des mesures visant à développer le télétravail, il est important d'approfondir la question de l'acceptabilité dans le monde syndical - notamment par le biais de la législation - et de l'entreprise.

Il faut aussi garder à l'esprit le potentiel important de demande de télétravail parmi les employés.

3.5 LE CAS DES TELECENTRES

Les télécentres sont des bureaux destinés à offrir des postes de travail en périphérie en regroupant les employés de plusieurs organisations.

Les motivations pour ce type d'organisation du travail sont multiples. Certains peuvent manquer d'espace à la maison, préférer séparer environnement privé et travail, pouvoir coopérer avec des collègues ou utiliser des équipements de meilleure qualité tout en ne souhaitant pas faire tous les jours la navette vers le bureau principal. Des considérations relatives à la productivité et à l'image peuvent également intervenir (Mokhtarian et Bagley, 2000). Les télécentres offriraient d'ailleurs les meilleures conditions pour un travail efficace, en évitant les distractions à la fois de la maison et du bureau traditionnel. Les superviseurs seraient en outre plus à l'aise avec ce type d'organisation qu'avec le travail à domicile. Les télécentres engendrent par ailleurs un sentiment d'indépendance supérieur à celui généralement observé dans les bureaux traditionnels, bien qu'inférieur à l'autonomie des télétravailleurs à domicile.

Les télécentres n'offrent cependant pas autant d'avantages « personnels » que le télétravail à domicile en raison de la navette, du partage de l'environnement de travail et des convenances comme l'habillement.

Mais ils pourraient fournir un compromis acceptable à la fois par l'employé et l'employeur. La qualité des équipements techniques dans ce type de centres peut en outre être équivalente à celle des bureaux principaux (Ptiskin, 1998).

L'impact sur la qualité de l'air et la réduction des émissions atmosphériques de ce type de télétravail paraît positif (Mokhtarian et Bagley, 2000, d'après Mokhtarian et Varma, 1998). Malgré le retour à la maison le midi, les télécentres californiens étudiés semblent en effet générer au total moins de déplacements.

Mais la fréquence souhaitée par les répondants est similaire à celle des télétravailleurs à domicile (Mokhtarian et Bagley, 2000), suggérant donc d'évaluer les réductions d'émissions permises par les télécentres avec précaution.

La pratique de ce type de télétravail n'exclut par ailleurs pas le travail à domicile (Mokhtarian et Bagley, 2000), multipliant dès lors les investissements.

En Europe, un peu plus de 20% des citoyens seraient (très) intéressés par ce type de télétravail (Ecatt, 1999). Selon Ecatt (1999), le concept initial n'a pourtant pas fonctionné. Ceux-ci seraient de plus en plus assimilables à des bureaux locaux ou à des entreprises fournissant parmi d'autres services des liens de télécommunications à leurs clients. Beaucoup de ces centres ne sont par ailleurs pas rentables. Le télétravail à domicile ayant lui-même du mal à décoller, le concept de télécentre peut être en avance sur son temps ou mal implémenté (Mokhtarian et Bagley, 2000).

Selon les personnes interrogées en Région bruxelloise et wallonne par André et al. (2001) les télécentres seraient inadéquats en Belgique en raison des distances et de leur financement. Il apparaît toutefois que certains secteurs, comme le secteur bancaire, s'y intéressent.

3.5.1 Enseignements pour la prise de mesures

Bien que répondant à certains obstacles évoqués au cours de ce travail, le concept des télécentres ne semble pas encore bien adapté aux besoins des différents acteurs.

Sans condamner cette voie ultérieurement pour certains secteurs, les télécentres ne semblent pas être actuellement la piste à privilégier en Belgique.

3.6 LES EFFETS PERVERS ?

Divers effets pervers potentiels sont souvent soulignés.

Le télétravailleur qui dispose de plus de temps peut par exemple réaliser de nouveaux déplacements. C'est ce que suggère notamment l'analyse des « prismes » espace – temps (Black, 2001, d'après Hagerstrand, 1970, Hanson, 1995 et Giuliano, 1998). Selon l'étude menée auprès des travailleurs d'IBM en Belgique, la pratique du télétravail à domicile couvrant au moins 30% du temps de travail conduirait à sortir plus souvent du domicile en soirée (Thomsin, 2001). Ces télétravailleurs seraient 2,4 fois plus susceptibles de sortir le soir que ceux qui pratiquent le télétravail à domicile de manière moins fréquente. 14,5% des répondants déclarent en outre que depuis qu'ils pratiquent le télétravail leurs activités de loisirs se déroulent davantage en dehors de leur domicile. C'est en particulier le cas des plus jeunes, quel que soit le type de télétravail pratiqué, et des personnes qui travaillent de nombreuses heures à domicile. Le fait de travailler plus souvent à la maison pourrait expliquer le souhait de « fréquenter d'autres espaces ». Cette étude ne fournit toutefois pas d'analyse quantitative.

A l'inverse, Henderson et Mokhtarian (1996) mentionnent des réductions significatives de véhicules – kilomètres parcourus par les télétravailleurs à domicile. Selon eux, les nouveaux déplacements augmentent seulement légèrement et le nombre net de déplacements est réduit de façon importante, limitant les émissions des moteurs froids²⁷. C'est aussi la conclusion de l'analyse menée dans le cadre des travaux de la CPDT (2003). Dans le cas des télécentres, le nombre de trajets n'est pas affecté mais les véhicules – kilomètres parcourus diminuent également beaucoup. L'exemple étudié met en effet en évidence une

²⁷ On notera toutefois que les échantillons de télétravailleurs sont par nature non aléatoires et dès lors biaisés.

réduction de 63,25 miles par personne-jour les jours normaux à 29,31 miles les jours de télétravail dans un télécentre. Ces résultats sont bien sur propres aux caractéristiques de la région étudiée, le nord de Seattle dans l'état de Washington. La disponibilité de la voiture pour d'autres membres de la famille peut également générer de nouveaux déplacements, en particulier pour les ménages qui ne possèdent qu'une voiture (OCDE, 1996b ; André et al., 2001).

De même, les gains en termes de congestion réalisés par le télétravail peuvent être compensés par une demande latente de déplacements domicile - travail (OCDE 1996b).

Le télétravail risque par ailleurs d'inciter à utiliser la voiture en raison d'une organisation de travail personnelle et plus flexible et à abandonner les transports publics (André et al., 2001 ; Salomon, 1998 ; Dabson, 2000). Bien que le premier effet soit controversé, il reste intéressant d'envisager d'adapter les abonnements des transports publics aux besoins des usagers qui les utilisent à temps partiel.

Selon certains auteurs, le télétravail peut permettre aux usagers de résider plus loin, engendrant un style de vie globalement plus mobile (OCDE, 1996b ; EEA 2001, d'après Ecatt). Il permettrait également une décentralisation des organisations, menant éventuellement à davantage de déplacements (Niles, 1994).

Enfin, de façon générale, la substitution des télécommunications aux besoins de déplacement des personnes et des biens se base sur un découplage des mobilités physiques et électroniques sans précédent (Adams, 2000). Les télécommunications rendraient en effet plus productifs les déplacements - mieux préparés - et par conséquent en créeraient de nouveaux (Salomon et Mokhtarian, 1998, d'après Niles, 1994 ; Voye, 2003). Plutôt que de remplacer certains déplacements, la vidéoconférence engendrerait par exemple de nouvelles interactions qui n'existaient pas auparavant. Plusieurs études au sujet de la substitution de réunions face-à-face par cet outil mettent en évidence une augmentation des déplacements (Niles 1994, d'après Mokhtarian, 1990 et Egido, 1988). De même, une étude norvégienne menée sur l'effet de la guerre du golf de 1991 sur ces pratiques a montré que les déplacements avaient été postposés plutôt que remplacés par des vidéoconférences (Niles, 1994, d'après Erdal, 1992).

Comme nous le voyons, les effets pervers potentiels sont multiples.

3.6.1 Enseignements pour la prise de mesures

La section des travaux de la CPDT (2003) relative au télétravail analyse toutefois ces effets pervers en détail et conclut globalement en faveur du télétravail. Parmi les effets de réduction de la mobilité, le télétravail a notamment l'avantage de restreindre le rayon d'action et de simplifier les chaînes de déplacements, favorisant dès lors le transfert modal pour certains trajets.

Malgré des effets controversés, le télétravail peut globalement avoir un effet favorable en termes de réduction de la mobilité motorisée. Pour ce faire, une série de conditions, que nous avons notamment évoquées, doivent être réunies.

3.7 CONCLUSION

Le télétravail est souvent évoqué comme une solution aux problèmes de congestion mais le nombre de travailleurs - jours reste encore fort limité et sa mise en place semble rencontrer de nombreux obstacles.

Les résultats des différents pays européens offrent un cadre de comparaison qui suggère qu'au-delà des déplacements et de la densité de population, des facteurs relatifs aux infrastructures de communication, à la culture, au monde économique et au contexte socio-politique jouent un rôle important.

Le télétravail à domicile dépend tout d'abord des employeurs. Face à l'amélioration de la productivité et de la satisfaction du personnel et à la réduction des frais immobiliers, les entreprises se heurtent toutefois à des questions de culture organisationnelle, de partage d'information et de gestion du personnel.

Une grande majorité d'employés semble par ailleurs intéressée par les perspectives d'autonomie, d'efficacité et de réduction de stress qu'offre le télétravail. Beaucoup s'interrogent toutefois sur les conditions pratiques en termes d'espace et de frontière entre vies professionnelle et privée. Certains craignent aussi l'isolement social et professionnel. Les attitudes envers le télétravail et la perception des contraintes et des facilitateurs varient en outre fortement selon la personnalité ou l'organisation. Beaucoup s'accordent donc à dire que le télétravail à domicile doit se faire sur base volontaire et à temps partiel.

Le décalage entre préférences et pratique effective du télétravail par les employés serait par ailleurs essentiellement du à des contraintes externes à la personne.

Parmi celles-ci, beaucoup d'éléments sont liés à l'organisation. La catégorie d'emploi et ses exigences de communication constituent un premier élément d'influence. Le support managérial et du superviseur direct sont également essentiels pour dépasser la crainte de l'isolement professionnel. Dans ce cadre, l'ancienneté, la flexibilité des horaires, les compétences et les traits de personnalité de l'employé sont autant de facteurs pris en compte par l'organisation.

Ces aspects liés à l'entreprise échappent donc en première lecture à l'influence des autorités publiques.

Les travaux de la CPDT (2003) proposent toutefois la mise en place de projets pilotes de télétravail dans les entreprises publiques ou privées en vue notamment de favoriser l'acceptation de cette pratique et de former les employés et l'organisation. Au vu de l'analyse des différents facteurs d'influence que nous venons de présenter, cette approche nous semble en effet offrir des perspectives intéressantes.

Une autre orientation consiste à améliorer le cadre législatif. Celui-ci est, en effet, selon certains acteurs, insuffisant. Son amélioration peut constituer un préalable important dans le cadre du développement du télétravail et devrait permettre de contribuer à l'évolution des mentalités.

A plus long terme, une autre voie consisterait à rendre le télétravail plus accessible aux employés. La loi du 10 août 2001 « relative à la conciliation entre l'emploi et la qualité de vie » couvre des matières comme la réduction du temps de travail et le système de crédit-temps, de diminution de carrière et de réduction des prestations de travail à mi-temps (MB, 2001). Dans le même esprit, on pourrait envisager de permettre aux employés de télétravailler sous certaines conditions comme l'ancienneté, la fréquence, la taille de l'entreprise, la catégorie de fonction. Une telle approche aurait l'avantage de fournir une base de règles claires et identiques pour tous, inhibant dès lors les tensions qui peuvent exister entre télétravailleurs et non-télétravailleurs. Les employés ayant un droit au télétravail se heurteraient par ailleurs moins à un manque de support ou à une résistance « culturelle » de leur organisation.

Chapitre II : ÉVALUATION DES EMISSIONS DE CO₂ SUIVANT DIFFERENTS SCENARIOS D'AMENAGEMENT EN REGION WALLONNE

1. INTRODUCTION

Sur le long terme, la politique d'aménagement du territoire constitue un outil privilégié de maîtrise de la demande de déplacements et des émissions de gaz à effet de serre. En effet, les implantations des industries, des services et des résidences conditionnent grandement la demande en transport, tant en termes de distances parcourues qu'en termes de mode utilisé, et de là, conditionnent les quantités de CO₂ émises.

Les travaux de la CPDT visent à faciliter la mise en œuvre de politiques s'inscrivant non seulement dans le Protocole de Kyoto mais aussi dans plusieurs initiatives ou décisions du Gouvernement wallon.

1. Extrait de l'accord de gouvernement pour la Région wallonne 2004-2009
Partie II – Les politiques sectorielles, 10 - Mobilité :
(...) Au niveau de l'aménagement du territoire, et toujours dans l'optique d'une meilleure intermodalité, le Gouvernement préconisera la mise en concordance du profil de mobilité des entreprises, des zonings, des communes... et du profil d'accessibilité des lieux. (...)

2. Extraits du décret relatif à la mobilité et à l'accessibilité locales (01/04/04)
Art.3. §2. Le plan urbain de mobilité poursuit les objectifs suivants :
(...) 2° La réalisation d'un développement territorial cohérent en matière de mobilité, notamment par la recherche d'une adéquation entre les profils d'accessibilité des sites disponibles et les profils de mobilité des activités et services en développement ; (...)
Art.3. §3. Le plan urbain de mobilité contient au minimum :
1° un diagnostic de la mobilité dans l'agglomération urbaine, comportant notamment une carte des profils d'accessibilité selon les différents modes de transport pour l'ensemble du territoire et une présentation des enjeux et dysfonctionnements majeurs ; (...)
4° des recommandations sur l'aménagement du territoire considéré visant à limiter le volume global de déplacements et à mettre en adéquation les profils de mobilité des nouvelles activités à développer avec les profils d'accessibilité définis sur la carte.

3. Extrait de l'arrêté du Gouvernement wallon fixant les modalités de mise en œuvre des zones d'aménagement différé (17/07/03)
Art.452/55 Le document intitulé « analyse de la situation existante de fait et de droit » comprend :
1° l'analyse de la situation existante de fait, énonçant les contraintes et les aptitudes à l'urbanisation de chaque zone d'aménagement différé, étudiées notamment sous l'angle (...)
(...) de son accessibilité actuelle ou potentielle par les différents modes de transports, (...).

De plus le SDER, adopté par le Gouvernement wallon le 27 mai 1999, fait mention en différents endroits de la nécessité de localiser activités et logements en des lieux aisément accessibles à pied ou en transport en commun :

Partie II – Projet de développement spatial,

Chapitre VI – Améliorer l'accessibilité du territoire wallon et gérer la mobilité.

Partie III – Mise en œuvre du projet,

Chapitre I - Structurer l'espace wallon, **5.** Gérer le territoire au quotidien de manière à le structurer.

Chapitre IV – Répondre aux besoins primordiaux, **2.** Répondre aux besoins de logement, **3.** Répondre aux besoins de commerces, équipements et services.

Chapitre V – Contribuer à la création d'emplois et de richesses, **2.** Anticiper les besoins du développement économique et assurer les conditions de développement des entreprises.

Chapitre VI – Améliorer l'accessibilité du territoire wallon et gérer la mobilité, **3.** Maîtriser la mobilité en vue d'atteindre un équilibre entre la satisfaction de la demande de déplacement et la préservation du cadre de vie (voir annexe 1).

1.1 LE MODÈLE DANS SON ENSEMBLE

L'objectif est ici de montrer *quantitativement* l'intérêt d'adopter une politique d'aménagement du territoire volontariste (du point de vue des densités, de la mixité urbaine, du renouvellement urbain, du développement compact de quartiers bien accessibles...) dans le cadre de la lutte contre l'effet de serre. Cet objectif sera atteint par l'établissement d'un modèle calculant la valeur des émissions de CO₂ selon différents scénarios d'aménagement du territoire. L'élaboration de ce modèle au sein de ce thème de recherche relatif aux engagements de la Région wallonne vis-à-vis du Protocole de Kyoto se recadre dans la suite de l'étude complémentaire menée lors de la subvention 2001-2002 de la CPDT²⁸. Ce travail se décompose en plusieurs étapes, dont voici les quatre phases principales :

- Première étape : au départ des données du recensement de population de 1991 relatives aux déplacements domicile - travail (seules données disponibles à une échelle suffisamment précise, celle des secteurs statistiques), établissement d'une cartographie sur la Région wallonne des parts modales attendues pour le train, les bus/tram/méto, la voiture en tant que conducteur et en tant que passager ainsi que pour les modes lents, et ce au lieu de résidence comme au lieu de travail.
- Deuxième étape : au départ des données du recensement de population de 1991 relatives aux distances parcourues lors des déplacements domicile - travail, établissement d'une cartographie de la distance moyenne attendue sur ce type de trajets, et ce pour chaque mode pris séparément.
- Troisième étape : établissement du calcul des émissions de CO₂ par unité de distance pour chacun des modes.

²⁸ Daxhelet D., Halleux J.-M., Kessler L., Lambotte J.-M., (2002).

- Quatrième étape : création de trois scénarios d'occupation du sol modélisant respectivement :
 - la situation actuelle ;
 - la situation future à tendances inchangées, c'est-à-dire : déclin urbain, consommation de nouveaux espaces pour l'urbanisation... ;
 - la situation future avec application d'une politique volontariste (renouvellement urbain, densification, maîtrise de l'étalement urbain, encouragement de la mixité...).

Ce résultat se présentera sous forme cartographique.

Enfin, il s'agira d'opérer le croisement des deux premières cartographies (part modale – distance par mode) avec les différents scénarios d'occupation du sol pour en déduire, pour chaque mode et chaque scénario, le nombre total de kilomètres parcourus. En multipliant ces distances par les émissions moyennes des différents véhicules du parc, nous obtiendrons des niveaux totaux d'émissions de CO₂. L'intérêt de ces chiffres, plutôt grossiers, résidera non pas dans leur valeur absolue, mais dans les possibilités de comparaison entre scénarios.

Avant d'entrer dans le vif du sujet, il convient de préciser les limites de ce travail d'estimation. Trois faits majeurs sont à épingle :

- Prise en compte uniquement des trajets domicile – travail. En raison de l'absence de données finement spatialisées, les autres motifs de déplacement ne peuvent être considérés à l'exception des trajets domicile – école.
- Cartographie basée sur des données déjà anciennes (recensement de 1991). Car ce sont, à l'heure actuelle, les seules disponibles à l'échelle souhaitée²⁹.
- Utilisation de valeurs moyennes cachant une grande variabilité en matière d'émissions des véhicules. Les résultats obtenus ne pourront donc pas être considérés comme les niveaux exacts des émissions, mais comme des valeurs approchées dont l'intérêt réside surtout dans la comparaison d'un scénario à l'autre.

Pour terminer, soulignons que l'équipe utilise actuellement un autre modèle de ce type (voir chapitre 3). Bien que très différent, il permet également de tester l'efficacité CO₂ de mesures d'aménagement du territoire. Cependant, il s'agit d'un modèle conçu au Canada et dont les régressions sont basées sur des données et des comportements de mobilité canadiens. La décision de l'utiliser malgré tout vient du fait qu'il permet d'obtenir des résultats tangibles à court terme. En revanche, le modèle conçu à l'interne, s'il ne sortira ses résultats qu'à plus long terme, présente l'avantage d'être développé à partir de la réalité wallonne et de ne pas nécessiter d'enquête ménages spécifique. De plus, il fonctionne pour la Région wallonne dans son ensemble tandis que l'outil canadien ne permet de tester que des mesures à l'échelle micro (celle du quartier).

²⁹ Les données par secteur statistique du recensement de 2001 devraient être disponibles d'ici la fin de l'année.

1.2 STRUCTURE DU RAPPORT

Le premier point développé dans ce chapitre (point 2) recadre les origines de la recherche. Les trois points suivants exposent les objectifs, méthodes et résultats des démarches entreprises dans le cadre de la première phase du modèle. Celle-ci est à la fois la plus complexe et la plus aboutie. Nous y développons une méthode de quantification de l'accessibilité de tout point du territoire wallon par les modes alternatifs à la voiture sur base d'un nombre limité de critères de base (point 4.1). Le point suivant (4.2) présente l'établissement de la cartographie des parts modales attendues sur base d'une régression entre ces premiers résultats cartographiques et les données du recensement de 1991. L'utilité de ces cartes est de pouvoir servir d'outils d'aide à la décision en vue de mettre en adéquation le profil de mobilité des activités avec le profil d'accessibilité des lieux dans un but de minimisation des émissions de CO₂ par la maximisation de l'utilisation des modes alternatifs à la voiture.

Après cette remise en mémoire des lignes directrices de la méthode, nous présentons les nouveaux développements opérés depuis le début de cette subvention ainsi que les résultats partiels qui en découlent (point 5.3).

Le point 5.4 explique que les résultats intermédiaires produits peuvent déjà constituer un intéressant outil d'aide à la décision immédiat. Par exemple, si les responsables régionaux décident d'intégrer les objectifs de la mobilité durable à différentes politiques sectorielles, pour la révision des plans de secteur (inscription de périmètres relatifs à des profils d'accessibilité...) ou pour la détermination de périmètres prioritaires pour divers outils d'aménagement actif (politique foncière et politique de rénovation / revitalisation), d'aides au logement (primes, construction de nouveaux logements sociaux...) ou fiscaux (réduction / majoration spatialisée du précompte immobilier, réduction des droits d'enregistrement...).

Nous présentons ensuite un aperçu de la méthodologie envisagée pour les phases suivantes (point 6), déjà en cours de développement.

Nous développons les formulations mathématiques et détails techniques de la méthode en annexe 1.

1.3 PROGRESSION DES TRAVAUX DEPUIS SEPTEMBRE 2003

Depuis l'année dernière, l'essentiel des améliorations a porté sur la finalisation des cartes manquantes (accessibilité par les trains au lieu de travail, accessibilité par les bus au lieu de travail ainsi qu'au lieu de résidence) et sur le peaufinage de la conversion en part modale attendue pour toutes les cartes. Ces améliorations ont été opérées *via* l'ajout et l'ajustement de correctifs supplémentaires en vue de maximiser le coefficient de corrélation lors des régressions et de rendre la distribution spatiale des résidus la plus aléatoire possible.

Suite à ces nouveaux développements, la **cartographie** de l'accessibilité par mode a été améliorée et complétée. Elle existe à présent, corrigée, pour toute la Région wallonne, pour les bus, les trains et les modes lents.

La suite des travaux en cours réside dans l'étude de la relation domicile – gare et des modes choisis pour ces trajets. Il s'agit de savoir en tout point du territoire, vers quelle(s) gare(s) les résidents utilisateurs du train se rendent lors de leurs déplacements domicile – travail, et quel mode de transport ils utilisent pour s'y rendre.

2. UN POINT DE DEPART : L'ABC NEERLANDAIS

La politique ABC menée dans les années 90 aux Pays-Bas a pour principe de base la mise en adéquation des profils d'accessibilité des lieux et des profils de mobilité des activités dans le but notamment de maximiser l'usage des transports en commun.

- les activités sont classées en trois profils de mobilité (A, B et C) selon leur potentiel d'utilisation des modes alternatifs à la voiture. Les profils A sont les activités « intensives » en espace qui génèrent surtout des déplacements de personnes, employés ou clients (ex : bureaux, établissements scolaires, commerces de vêtements ou autres équipements de la personne, ...); les profils C sont les activités les plus extensives principalement génératrices de transport de marchandises (ex : industrie lourde, société de transport routier...); les profils B se situent entre les deux ;
- les lieux sont classés en trois profils d'accessibilité (A, B et C) selon la qualité de l'offre en transports en commun. Les profils A sont les lieux très accessibles par ces modes, c'est-à-dire situés à proximité des gares et des principaux arrêts de bus. A l'opposé les profils C sont ceux peu accessibles par ces mêmes modes, le profil B représentant une situation intermédiaire.

Comme l'évoque le slogan retenu par les Néerlandais, l'objectif de la politique ABC est de placer « la bonne activité au bon endroit ». Diverses études internationales ont en effet démontré que la localisation d'un maximum d'activités « A » en des lieux « A » permet le développement de l'usage des transports en commun. Faire correspondre le profil de mobilité des activités au profil d'accessibilité des lieux est, logiquement, moins coûteux et plus efficace pour limiter sur le long terme l'utilisation de la voiture qu'une augmentation de l'offre en bus ou en train après coup, c'est-à-dire après l'installation d'activités « A » en des lieux non ou mal desservis préalablement.

2.1 COMMENT METTRE EN PLACE UNE POLITIQUE DE CE GENRE EN REGION WALLONNE ?

Suivant la philosophie de la politique ABC néerlandaise, l'équipe de la CPDT propose une approche similaire mais adaptée au contexte wallon. Trois axes de réflexion ont été poursuivis : le premier a pour objectif de classer les activités économiques selon leur profil de mobilité. Le second a pour but de produire une carte représentant de façon quantitative l'accessibilité de l'ensemble du territoire wallon par les alternatives à la voiture. Et enfin le troisième axe consiste en la mise en adéquation des profils de mobilité et d'accessibilité.

2.1.1 Classement des activités selon leur profil de mobilité

Pour la Région wallonne, nous avons cherché à définir le profil de mobilité des activités, en fonction de leur potentiel d'utilisation des modes alternatifs à la voiture et de leurs nuisances éventuelles pour l'environnement proche. Pour ce faire nous avons isolé divers facteurs ayant une influence sur ces profils. Parmi ceux-ci, les principaux sont :

- l'intensité spatiale des flux des personnes : nombre de travailleurs + visiteurs + clients par m² (ex : industrie lourde ou logistique : > 1000 m²/ emploi ; bureau : < 50 m²/ emploi) ;
- l'importance relative des flux de marchandises par rapport aux flux de personnes ;
- la proportion de travailleurs devant régulièrement voyager ;

- le profil des usagers (âge, niveau socio-économique,... - en Wallonie environ 20% des ménages sont non-motorisés) ;
- les horaires de travail (concordance avec les horaires des transports en commun).

Vu l'absence de données à ce sujet, il est impossible d'aboutir à une classification des activités en un nombre limité de profils de mobilité. Toutefois, il apparaît, à l'analyse des politiques d'aménagement du territoire menées dans d'autres régions d'Europe notamment (Fingerplan de Copenhague, PDE de Berne, PPG13 anglaise), que l'attention à porter à la bonne adéquation entre profils de mobilité et profils d'accessibilité doit surtout concerner les activités spatialement concentrées et drainant de nombreuses personnes :

- les activités administratives occupant des bureaux ;
- le commerce de détail ;
- la fonction scolaire.

Parmi les activités occupant des bureaux, on peut distinguer différents sous-profils sur base de la proportion des travailleurs devant régulièrement se déplacer et du profil des usagers. Dans beaucoup d'administrations publiques, la proportion des travailleurs n'effectuant aucun déplacement professionnel au cours de la journée est élevée. Ce type d'activités doit donc impérativement se localiser en des lieux offrant les meilleures accessibilités par les alternatives à la voiture (à l'image de l'implantation récente du MET à côté de la gare de Namur ou de la situation centrale de l'administration communale dans de nombreuses communes wallonnes). Une attention accrue doit être accordée à la bonne localisation des services qui accueillent en masse un public peu mobile pour des raisons d'âge, de faible revenu ou de handicap.

A l'opposé, dans d'autres établissements occupant des bureaux (souvent de sociétés privées, à l'exception des banques et assurances), la proportion d'employés amenés à se déplacer à l'extérieur au cours de la journée peut justifier une localisation légèrement moins centrale. Dans ce cas, il faut néanmoins privilégier une localisation insérée dans le tissu urbain et à proximité immédiate d'une gare ou d'un axe desservi par une ou plusieurs lignes de bus d'assez haute fréquence.

Pour le commerce de détail, les exigences doivent varier selon le type de produits vendus. Celles-ci doivent sans doute être moindres pour les commerces de biens pondéreux (équipement de la maison – mobilier, bricolage, gros électroménager, showrooms automobiles...). Par contre, il convient d'être particulièrement attentif à ne pas laisser se développer en périphérie des services et des commerces de biens peu pondéreux (commerce de vêtements, chaussures, téléphonie mobile, alimentation spécialisée, librairies, disquaires, banques, assurances, pharmacie, bureau de poste, ...), ceci dans le but d'assurer fréquentation et vitalité aux centres des villes et autres noyaux d'habitat, ainsi qu'un moindre recours à la voiture.

L'industrie lourde, le secteur du transport, de la logistique ou du commerce de gros sont des secteurs pour lesquels une bonne accessibilité par les alternatives à la voiture ne doit pas être un critère de localisation prépondérant. Par contre, si les quantités de marchandises transportées et leur nature le justifient, il est toutefois intéressant que ces établissements bénéficient d'un accès direct vers une voie navigable ou un raccordement ferré.

2.1.2 Classement des lieux selon leur accessibilité

Pour optimiser la localisation des activités et créer une meilleure adéquation entre profil de mobilité des entreprises et profil d’accessibilité des lieux, il faut établir un classement des zones susceptibles de les accueillir. C’est vers cela que s’est entièrement tournée la première partie de notre recherche : établir des « classes » d’accessibilité sur base d’une cartographie réalisée sur l’ensemble du territoire wallon et ce pour les différents modes de transport alternatifs à la voiture. Les sections suivantes exposent le *modus operandi* de la réalisation de ces cartes.

3. OBJECTIFS DE LA CARTOGRAPHIE DES PARTS MODALES

Notre objectif principal consiste en la réalisation d'un outil cartographique fournissant en tout point du territoire wallon une estimation de la part modale attendue pour chaque mode de déplacements. La réflexion porte essentiellement sur les différentes alternatives à la voiture. Ce sont donc trois accessibilités distinctes qui vont être prises en compte : l'accessibilité en bus, en train et par les modes lents (marche et vélo confondus)³⁰. L'utilisation de la voiture (en termes de part modale) constitue le négatif de l'utilisation de ces alternatives. Elle sera ainsi déduite ultérieurement.

De nombreuses études scientifiques se sont déjà attachées à mettre au point des méthodes pour quantifier l'accessibilité. En général, elles n'envisagent la problématique que pour un seul mode. Le plus souvent, ces études visent à tracer, à partir d'un point fixe, des courbes isochrones, c'est-à-dire l'ensemble des lieux pouvant être atteints en un même laps de temps ; et non à distinguer l'ensemble des lieux sur base de leur profil d'accessibilité. Par rapport à ces méthodes, il nous semble nécessaire que la mesure de l'accessibilité soit envisagée de manière absolue. Plutôt que de la mesurer par rapport à un seul point du territoire, voire même à un ensemble fini de lieux, il est intéressant de la considérer par rapport à tout point de l'espace susceptible de générer des déplacements.

Notre volonté est dès lors d'obtenir, pour chaque mode de transport considéré et pour l'ensemble du territoire wallon, une valeur d'accessibilité dans une unité commune pour chacun des modes. Nos valeurs sont produites à l'échelle de pixels de 50 mètres sur 50 mètres. La Wallonie représente approximativement 6 760 000 pixels. Par ailleurs, l'approche vise à obtenir une mesure de l'accessibilité évoluant de manière continue sur tout le territoire wallon plutôt que de découper de territoire de façon caricaturale en trois profils d'accessibilité A, B et C.

Lors de sa conception, cet outil a nécessité l'utilisation de la technique de la régression multiple. Cette régression s'effectue au départ des données par secteur statistique du recensement de 1991 relatives aux déplacements domicile – travail. Ces données finement spatialisées étant disponibles d'une part au lieu de résidence et d'autre part au lieu de travail, nous avons décidé de produire deux séries de cartes. D'un côté la part modale attendue pour les bus / trains / modes lents au lieu de résidence. Celle-ci représente, à un endroit donné, l'estimation de la probabilité qu'un travailleur ayant sa résidence à cet endroit utilise le bus / train / modes lents pour se rendre à son lieu de travail. Et de l'autre côté la part modale attendue pour les bus / trains / modes lents au lieu de travail. Celle-ci représente, à un endroit donné, l'estimation de la probabilité qu'un travailleur ayant son lieu de travail à cet endroit utilise le bus / train / modes lents pour s'y rendre.

La première série de carte envisagée au lieu de résidence constitue un outil d'aide à la décision permettant de localiser au mieux les nouveaux développements résidentiels en vue de minimiser l'usage de la voiture. La seconde série de cartes permet une localisation optimale des activités économiques en tenant compte de leur profil de mobilité.

³⁰ Les similitudes entre les caractéristiques des déplacements piétons et cyclistes nous ont conduits à regrouper ces deux modes ; leur utilisation étant fortement conditionnée par la distance à parcourir. Pour la marche, les enquêtes montrent que ce mode est dominant pour des trajets de quelques centaines de mètres. Au-delà du kilomètre, sa part se réduit de façon marquée. Elle est alors partiellement relayée par le vélo, qui trouve sa zone de pertinence pour des distances allant de quelques centaines de mètres jusque 5 kilomètres environ.

4. METHODE UTILISEE EN VUE DE LA CARTOGRAPHIE DES PARTS MODALES ATTENDUES

Notre méthode comporte deux grandes étapes :

- la mesure de l'accessibilité pour chacun des modes alternatifs à la voiture, basée sur un nombre limité de critères spatiaux de base et fournie dans des unités non compatibles entre elles ;
- l'étalonnage de ces différentes mesures d'accessibilité dans une unité commune : la part modale attendue *via* la technique de régression.

Dans cette section, nous exposons les grandes lignes de la méthode ; les détails techniques et formules complexes sont développés en annexe 1 de ce rapport.

4.1 MESURES DE BASE DE L'ACCESSIBILITE

Pour mettre en place une mesure d'accessibilité en tout point du territoire par les différents modes alternatifs à la voiture, nous avons dû identifier les principaux critères quantitatifs influençant la distribution spatiale de l'utilisation de chacun des modes et ensuite les traduire sous forme d'équation.

4.1.1 Les déplacements en bus

Trois critères de base ont été utilisés pour rendre compte de l'accessibilité en bus :

- la fréquence totale cumulée des bus aux points d'arrêt ;
- la distance de chaque point du territoire aux arrêts ;
- le relief.

Après avoir élaboré la formulation de ces critères et procédé à l'encodage des données relatives à l'offre des TEC, nous avons mis au point et exécuté un programme fournissant un résultat cartographique dans une unité spécifique (dénommée Equivalent-bus). Après l'exposé des critères de base, ci-dessous, vous trouverez un résultat illustratif de cette première étape : la carte d'accessibilité par les bus dans la province du Brabant Wallon. Pour rappel, des zooms à toutes échelles sont possibles (1 pixel = 50 * 50 m).

4.1.1.1 La fréquence totale cumulée des bus aux points d'arrêt

Les données relatives aux bus ont été créées par le LEPUR et stockées sous la forme de bases de données. Ces données comprennent des informations relatives à la localisation des arrêts et la fréquence de passage (un jour de semaine), ligne par ligne, à ces arrêts. Ces données permettent le calcul du *poids d'un arrêt* par l'addition du nombre de passages pour toutes les lignes s'y arrêtant.

4.1.1.2 La distance de chaque point du territoire aux arrêts

L'accessibilité en bus diminue évidemment avec l'éloignement aux arrêts de bus. Il faut donc déterminer de quelle manière la distance à l'arrêt influe sur l'accessibilité.

Afin de ne pas complexifier le mode de production des données, c'est la distance euclidienne qui est mesurée. Ce choix nous amène à ne pas considérer les détours du trajet réel par rapport à un trajet à vol d'oiseau. Il faut néanmoins rester conscient qu'en présence de barrières telles que les autoroutes ou les rivières, la différence peut être importante.

De manière simple, on peut déterminer une distance maximale à l’arrêt de bus au-delà de laquelle on estime que le potentiel d’usagers devient négligeable. Nous avons fixé, de manière arbitraire, cette valeur à 500 mètres à vol d’oiseau (c’est-à-dire plus de 600 mètres en moyenne sur le terrain). En deçà de cette limite, nous considérons que l’attrait du déplacement par bus décroît en fonction de l’éloignement à l’arrêt. Nous postulons également que cette décroissance est linéaire et que la valeur de l’accessibilité peut être considérée comme nulle lorsque les 500 mètres sont dépassés.

4.1.1.3 Les variations du relief

Les déplacements effectués vers les arrêts étant principalement piétons, il est essentiel de tenir compte de la dénivellation. Au plus la différence d’altitude entre l’arrêt et le point considéré est grande, au plus le potentiel de l’arrêt se restreint.

Sur le plan formel, nous avons introduit un coefficient de réduction du potentiel de l’arrêt (ΔZ) basé sur la différence altimétrique entre le point dont on cherche à mesurer l’accessibilité et le point de l’arrêt de bus. Néanmoins, il ne tient pas compte de la réalité des dénivellations sur le trajet.

Si la différence d’altitude entre les deux pixels considérés est nulle, le coefficient ΔZ est égal à 1 et le poids de l’arrêt n’est pas affecté. Par contre, plus cette différence augmente, plus le ΔZ se rapproche de 0. La multiplication de ΔZ par le poids de l’arrêt conduit alors à considérer une réduction du potentiel d’utilisation de l’arrêt. Afin de déterminer la valeur où le coefficient atteint 0, nous avons considéré que, pour une distance de 500 mètres, le marcheur n’acceptera pas de parcourir un dénivelé égal ou supérieur à 60 mètres.

Insérer carte 1

4.1.2 Les déplacements en train

Comme pour les bus, trois critères de base ont été utilisés pour rendre compte de l'accessibilité en train :

- la fréquence totale cumulée des trains aux points d'arrêt (pondérée en fonction du type de train) ;
- la distance de chaque point du territoire aux gares ;
- le relief.

Le résultat cartographique de cette étape est fourni dans une unité spécifique, dénommée Equivalent-train.

4.1.2.1 La fréquence totale cumulée des trains aux points d'arrêt et le type de train

Une base de données géoréférencées portant sur les stations de chemin de fer desservant le territoire wallon a été créée. Pour compléter la table des fréquences, nous nous sommes basés sur l'indicateur intérieur de la SNCB (10.06.2001 – 15.06.2002).

Un poids différent a été attribué aux gares selon les différents types de trains, soit les Thalys, les Internationaux (INT), les IC (Inter City), les IR (Inter Région), les trains L (trains locaux ou omnibus) et les trains P (trains d'heure de pointe : indistinctement L, IR ou exceptionnellement IC). Nous avons regroupé avec les trains internationaux portant l'appellation INT, les trains EC (Eurocity) et les trains se dirigeant vers l'étranger ICA, ICC et ICD.

De manière arbitraire, nous avons décidé de fixer les pondérations suivantes :

Tableau 1 : Pondération utilisée dans le calcul des fréquences de passage des trains selon le type de train

Type de train	Thalys	International	IC	IR	L	P
Poids	10	5	3	1,5	1	1

En additionnant le nombre de passages pondéré par le type de train, on obtient pour chaque arrêt du réseau ferroviaire une valeur quantitative relative à l'accessibilité de chaque gare, soit *le poids de la gare*.

4.1.2.2 La distance de chaque point du territoire aux gares

La même logique spatiale que celle adoptée pour les bus nous a conduit à relativiser l'accessibilité en train en fonction de la distance à la gare.

Comme pour les bus, nous avons pris en compte la distance euclidienne et considéré que l'accessibilité décroît de manière linéaire en fonction de la distance à l'arrêt.

4.1.2.3 Les variations du relief

Le facteur relief a été pris en compte de manière analogue à ce qui a été pratiqué pour les bus. Nous avons également considéré une dénivellation maximale acceptable par les usagers.

4.1.3 Les déplacements par les modes lents

Si on s'intéresse à la localisation optimale des activités et des résidences en vue de maximiser l'usage des modes lents, il faut tenir compte du fait que, pour de nombreux déplacements, le domicile correspond soit à l'origine, soit à la destination. En conséquence, pour qu'une part importante des déplacements vers (ou depuis) un lieu d'activités se fasse à pied ou à vélo, il faut que de nombreux habitants résident à proximité. Il existe donc un lien direct entre la densité de population, la mixité fonctionnelle et l'usage des modes lents.

En plus de la distance à parcourir, d'autres facteurs spatiaux influencent négativement l'usage de modes lents. On peut ainsi citer :

- la pente (contrainte particulièrement forte pour l'usage du vélo) ;
- la qualité du revêtement ;
- la présence d'obstacles à la marche ou à l'usage du vélo tels que la présence de voies rapides supportant un important trafic et le long desquelles il n'existe pas d'infrastructures spécifiques pour les usagers lents (trottoirs, pistes ou bandes cyclables, ...).

Nous avons choisi de quantifier l'accessibilité par les modes lents pour l'ensemble du territoire wallon en utilisant les critères suivants :

- la densité de population ;
- la distance horizontale ;
- la pente.

Et ce, sur base de deux constats. Premièrement, la part des déplacements piétons et cyclistes diminue rapidement avec la distance à parcourir. Et deuxièmement, pour de nombreux déplacements, le domicile correspond soit à l'origine, soit à la destination. Ainsi, *toutes choses égales par ailleurs*, l'implantation d'une activité au centre d'un quartier densément peuplé doit permettre de maximiser l'usage des modes lents puisqu'un volume de population important réside à proximité. A contrario, une implantation excentrée des lieux de résidence nécessitera automatiquement d'autres modes de déplacement que la marche ou le vélo.

Après avoir élaboré la formulation des trois critères ci-dessus et relevé les données, nous avons mis au point et exécuté un programme fournissant un résultat cartographique dans une unité spécifique (dénommée Equivalent-usagers).

Le volume d'Equivalent-Usagers rend compte du potentiel d'utilisateurs des modes lents, en fonction :

- du volume, ou potentiel, de population résidant au sein d'un rayon de 1 600 mètres à partir du centre du pixel considéré ;
- d'une pondération de ce volume de personnes en fonction des distances horizontales et verticales (différence d'altitude) entre chaque habitant et le centre du pixel.

Après l'exposé des critères de base ci-dessous, vous trouverez un résultat cartographique illustratif de cette première étape : la carte d'accessibilité par les modes lents en Région wallonne. Pour rappel, des zooms à toutes échelles sont possibles (1 pixel = 50 * 50 m).

4.1.3.1 L'effet de la distance

Pour la marche en tant que mode principal, une part importante des déplacements se réalise pour des distances inférieures au kilomètre. Pour le vélo, rares sont les cyclistes qui, en dehors des activités de loisirs, parcourent des distances supérieures à quelques kilomètres.

C'est sur cette base que nous avons choisi de limiter la mesure du potentiel démographique au sein d'une enveloppe de 1 600 mètres à partir du centre des pixels. Il s'agit naturellement d'un seuil arbitraire qui, proche du seuil maximal admis pour la marche, tient compte des faibles pratiques cyclistes des Wallons¹. A ces 1 600 mètres mesurés en distance euclidienne doit correspondre un trajet réel proche des 2 kilomètres.

Nous avons ainsi décidé d'intégrer dans notre calcul de potentiel un coefficient lié à la distance (CD) qui est égal à 1 pour le pixel situé à l'endroit même où l'on effectue la mesure et à 0 pour les pixels situés à 1 600 mètres et plus de ce lieu. Entre les deux, on utilise une fonction décroissante liant ce coefficient à la distance.

Sur la base de l'enquête nationale sur la mobilité des ménages de 1998-1999², nous avons pu observer que la décroissance du nombre de déplacements effectués à pied et à vélo en fonction de la distance est relativement rapide. Grâce aux données de cette enquête, nous avons donc ajusté une courbe liant la distance à parcourir avec le coefficient de pondération relatif à la distance horizontale dans la mesure du potentiel (voir annexe 1).

L'utilisation des distances euclidiennes fait que nous ne tenons pas compte de la topologie des cheminements piétons. La prise en compte des trajets réels est un travail d'une complexité gigantesque par rapport à l'amélioration des résultats qui pourrait en découler. Une étude a été réalisée pour la prise en compte des barrières les plus infranchissables (autoroutes, nationales à 4 bandes à carrefours dénivelés, voies de chemins de fer non désaffectées, principaux cours d'eau), mais son application demande, au préalable, un long travail d'encodage.

4.1.3.2 La répartition spatiale du potentiel démographique

Pour obtenir le volume de population résidant au sein d'un rayon de 1 600 mètres à partir du centre de chaque pixel, il convient de disposer de données de population à l'échelle la plus fine possible. Pour couvrir l'ensemble de la Région wallonne, le niveau le plus fin est celui des secteurs statistiques Or, la population n'est pas répartie de manière uniforme au sein de ces enveloppes et seule une partie plus ou moins limitée des secteurs est affectée à l'urbanisation. L'utilisation de la densité brute par pixel provoque donc un lissage important dans le calcul du potentiel en y incorporant des valeurs de population trop fortes là où une grande partie du territoire est affectée à une autre fonction que le logement. A l'opposé, ce potentiel peut être grandement sous-estimé là où l'habitat se concentre.

Une manière plus précise est de ne tenir compte, au sein de chaque secteur statistique, que de la superficie des parcelles effectivement occupées par l'habitat. Une solution approchante consiste à utiliser un masque binaire d'urbanisation (1 = urbanisé ; 0 = non urbanisé) issu du traitement d'une image satellitaire SPOT à haute résolution. On obtient ainsi une densité nette de pixels urbanisés au sein d'un secteur statistique en divisant la population totale de ce secteur par la superficie des seuls pixels concernés. Pour ces pixels urbanisés, cela conduit à un volume supérieur. Par contre, pour les pixels identifiés comme non urbanisés, le volume démographique est considéré comme nul (voir annexe 1).

4.1.3.3 Les variations du relief

Un coefficient de pondération lié à l'énergie du relief (ΔZ) a également été mis au point. Nous avons considéré que le coefficient est nul lorsque la différence d'altitude est supérieure ou

¹ Pour les déplacements domicile – travail, lors du recensement de 1991, la part du vélo était de 2,3 % et la part des déplacements uniquement piétons de 17,9 % (mode principal).

² Données issues de l'enquête nationale sur la mobilité des ménages (1998-1999), communication personnelle de J.P. Hubert (07/04/2003).

égale à 80 mètres. Concrètement, cela signifie que l'usage des modes lents est considéré comme négligeable si la pente moyenne entre deux pixels distants de 1 600 mètres dépasse 5 %. Nous considérerons aussi qu'entre les deux extrémités (0 et 80 m de différence d'altitude), le coefficient lié au relief (ΔZ) diminue de manière linéaire en fonction de la dénivellation (voir annexe 1).

Insérer carte 2

4.2 MESURES DES PARTS MODALES ATTENDUES

4.2.1 Introduction

Le point 4.1 explique la mise au point d'une mesure d'accessibilité de chaque point du territoire pour chacun des modes alternatifs à la voiture, à l'aide d'un nombre limité de critères simples. Or, les cartes obtenues ne sont pas directement exploitables parce qu'elles proposent une mesure de l'accessibilité exprimée différemment pour chaque mode. Il n'y a donc pas d'échelle comparative commune. Il faut, pour disposer d'une mesure globale de l'accessibilité par les modes alternatifs à la voiture, les convertir en une unité commune : la part modale attendue.

Au cours d'une seconde étape, nous établissons donc une méthode d'étalonnage des valeurs d'accessibilité sous forme de part modale attendue. Cela permet en outre d'aboutir à un indicateur plus simple et plus explicite que des mesures en Equivalent-Bus, en Equivalent-Trains ou encore, en Equivalent-Usagers des modes lents.

Ce travail d'étalonnage est basé sur une analyse de régression utilisant les données relatives aux déplacements domicile – travail issues du recensement de 1991 (INS). Comme les données finement spatialisées relatives à ces déplacements sont disponibles tant au lieu de résidence qu'au lieu de travail nous avons décidé de doubler l'étalonnage et de produire *in fine* deux séries de cartes représentant la part modale attendue pour chacun des modes alternatifs à la voiture en tout point du territoire, d'un côté au lieu de résidence et de l'autre, au lieu de travail. Les cartes représentant les parts modales attendues pour le bus, le train et les modes lents au lieu de résidence permettent de localiser au mieux les futurs logements. Les cartes représentant les parts modales attendues au lieu de travail permettent de localiser au mieux les activités économiques.

Lors de ce travail, nous avons pu mettre en évidence que, pour relier mesures d'accessibilité de base et parts modales observées, d'autres facteurs spatiaux doivent être intégrés. C'est ce second volet, et plus précisément l'introduction de correctifs jouant à l'échelle macro qui constitue l'essentiel des développements nouveaux opérés au cours de cette subvention 2003 – 2004 et qui est présenté ci-après.

4.2.2 Les démarches effectuées

4.2.2.1 Le choix de la méthode statistique de la régression multiple

L'étalonnage de trois mesures d'accessibilité sous forme d'une unique part modale attendue nécessite de réfléchir « toutes choses étant égales par ailleurs ». Sur le plan statistique, cela implique la modélisation *via* la technique de la régression multiple. La construction d'une régression multiple implique une relation fonctionnelle entre une variable à expliquer (la variable dépendante) et des variables explicatives (les variables indépendantes).

Pour les essais déjà réalisés à ce stade de la recherche, les variables explicatives correspondent aux trois valeurs d'accessibilité. Pour la variable dépendante, nous avons utilisé les données de l'INS du recensement de 1991. Elles portent sur le (ou les) mode(s) de transport utilisé(s) lors des déplacements domicile - travail, couvrent l'ensemble de la Wallonie et sont disponibles à l'échelle du secteur statistique. Ces données portant à la fois sur le lieu de résidence et sur le lieu de travail, l'information permet d'établir deux types de modèles, un premier pour les localisations résidentielles, un second pour les activités à vocation économique.

Concernant la variable dépendante, nos travaux n'ont jusqu'à présent porté que sur la seule variable du « mode de transport principal » ; c'est-à-dire, le calcul des accessibilités moyennes à l'échelle des secteurs statistiques.

L'échelle la plus fine de disponibilité des statistiques INS sur les parts modales étant le secteur statistique, une étape préalable à la réalisation des régressions d'étalonnage a consisté dans le traitement des données d'accessibilité afin d'en disposer à la même échelle. Pour ce faire, c'est une valeur moyenne agrégée qui a été produite, cela par le calcul de la moyenne arithmétique de la valeur de tous les pixels urbanisés compris dans chaque quartier statistique. Relevons que la détermination des pixels urbanisés s'est appuyée sur l'utilisation du masque d'urbanisation mentionné au point 4.1.3.1 et développé en annexe 1. Suite à ce traitement, on obtient donc trois valeurs moyennes d'accessibilité, correspondant aux trois modes alternatifs à la voiture pris en considération.

4.2.2.2 La nécessité de l'estimateur des moindres carrés pondérés

Il existe de fortes disparités entre les 9 142 secteurs statistiques peuplés que totalise la Région wallonne. Alors que de nombreux secteurs ne comptent que quelques habitants et aucun emploi, certains rassemblent un volume très important d'habitants et de travailleurs. Cette hétérogénéité est problématique du point de vue de l'application de la méthode statistique de la régression multiple, l'information à retirer de la variable dépendante étant hétérogène et, en fait, d'autant plus robuste qu'un secteur est important. En effet, une part modale moyenne calculée sur un quartier qui compte moins de 20 emplois ou moins de 20 travailleurs au lieu de résidence ne présente qu'une faible significativité statistique. Par contre, la part modale moyenne relative aux secteurs de grandes villes qui comptent plusieurs milliers de travailleurs ou plusieurs centaines d'habitants répond parfaitement aux exigences de l'inférence statistique.

Afin de solutionner ce problème, nous avons opérationnalisé un processus d'étalonnage sur base de l'estimateur des « moindres carrés pondérés » plutôt que sur base de l'estimateur classique des « moindres carrés ordinaires ». Cette démarche conduit à relativiser l'importance de chaque secteur statistique en fonction du volume de travailleurs au lieu de résidence ou en fonction du volume d'emploi. Intuitivement, ceci est aisément compréhensible dans le cas d'une régression simple, ne mettant donc en relation que deux variables et consistant à ajuster une courbe traversant un nuage de points. Dans notre cas, l'ajustement ne consistera pas à minimiser la somme des écarts aux carrés entre l'ensemble des points et la courbe de régression, mais plutôt à minimiser les écarts aux carrés pondérés en fonction de l'importance de chaque point. Par rapport à l'estimateur des moindres carrés ordinaires, la courbe tendra donc à se rapprocher des points importants et, à l'inverse, à s'écarter des points les moins porteurs d'informations.

4.2.2.3 La démarche itérative d'ajustement des correctifs supplémentaires

Les résidus de nos régressions (entre valeurs d'accessibilité mesurées sur base des critères de base et parts modales observées tirées du recensement de 1991) possèdent une distribution spatiale qui nous permet d'isoler des facteurs complémentaires. Ceux-ci, après intégration dans nos formules de régression, permettent de mieux faire correspondre accessibilité et parts modales observées.

Nous avons procédé de manière itérative. Voici les étapes de la méthodologie utilisée :

1. Calcul de l'accessibilité moyenne par secteur statistique ;
2. Recherche de la forme de la courbe de régression unissant part modale et accessibilité (*via* une agglomération des secteurs statistiques en 30 points, représentant des classes d'accessibilité déterminées à population égale) ;

3. Calcul de la formule de régression et du coefficient de corrélation pour l’ensemble de la Région wallonne ;
4. Cartographie des résidus suivie de l’analyse de leur distribution spatiale et ce, aux différentes échelles (par secteur statistique et par commune) ; de nouveaux critères permettant de mieux faire coller accessibilité et parts modales sont déduits. Ceux-ci peuvent prendre différentes formes : soit l’introduction de nouveaux facteurs, soit la modification de facteurs pris en compte jusque-là afin de les faire correspondre mieux encore à la réalité ;
5. Calcul et recherche des données correspondant le mieux à ce nouveau facteur ;
6. Introduction du facteur dans la relation mathématique unissant part modale et accessibilité ;
7. Calcul du nouveau coefficient de corrélation et cartographie des résidus, c’est à dire reprise au point 3

On procède de la sorte jusqu’à ce que les coefficients de corrélation soient jugés très satisfaisants et/ou que la distribution spatiale des résidus se présente de façon aléatoire.

5. RESULTATS : ESTIMATION DES PARTS MODALES ATTENDUES

5.1 CRITERES MIS EN EVIDENCE POUR ESTIMER LA PART MODALE ATTENDUE

Les critères finalement retenus pour rendre compte de l'accessibilité sont synthétisés dans le tableau suivant :

Tableau 2 : Synthèse des critères utilisés pour quantifier l'accessibilité

	Au lieu de résidence	Au lieu de travail
Bus	# fréquence cumulée des bus aux arrêts # distance aux arrêts (maximum 500 m) # dénivellation par rapport à l'arrêt # distance aux petites, moyennes et grandes villes	# fréquence cumulée des bus aux arrêts # distance aux arrêts (maximum 500 m) # dénivellation par rapport à l'arrêt
Train	# fréquence cumulée des trains aux gares # distance aux gares (maximum 3 000 m) # dénivellation par rapport à la gare # distance aux grandes villes	# fréquence cumulée des trains aux gares # distance aux gares (maximum 700 m) # dénivellation par rapport à la gare # desserte en bus depuis les principales gares
Modes lents	# potentiel de population présente dans un rayon de 1600 m # potentiel de population dans un rayon de 8 km # dénivellation	# potentiel de population présente dans un rayon de 1600 m # potentiel de population dans un rayon de 8 km # dénivellation # distance aux moyennes et grandes villes

Par exemple, pour quantifier l'accessibilité en train au lieu de résidence, on considère la distance à parcourir pour atteindre la gare depuis le domicile, la fréquence ainsi que les types de trains qui s'arrêtent dans cette gare, la dénivellation entre le point de calcul et la gare, et enfin plus spécifiquement, la distance aux grandes villes. Celle-ci permet la prise en compte de l'attraction en terme d'emplois des villes desservies par la gare.

Ci-après, nous exposons plus en détail les critères supplémentaires retenus par rapport aux critères de bases exposés au point 4.1.

5.1.1 Corrections pour le bus

5.1.1.1 Correctif spécifique pour le bus au lieu de résidence

La distance et le poids du pôle d'emploi que forme le centre des grandes, moyennes et petites villes vers lesquelles mènent les lignes de bus, jouent un rôle important dans les choix modaux. Nous avons donc inséré un correctif tenant compte de ces deux facteurs.

Ce correctif vise à prendre en compte le fait suivant : malgré que l'offre en bus ait sa plus forte concentration dans le centre d'une ville, on observe en périphérie, là où l'offre est souvent beaucoup plus limitée, une part modale des bus au lieu de résidence aussi élevée qu'au centre, voire encore plus élevée. La raison en est que, dans la plupart des villes, les emplois se concentrent dans le centre à proximité immédiate du lieu de résidence de nombreux travailleurs. Pour ces derniers, il est donc inutile d'utiliser le bus pour se rendre à leur travail. De plus, les horaires sont souvent mieux adaptés pour se rendre au travail dans le centre depuis la périphérie que l'inverse.

Ce correctif consiste en une fonction de la distance présentant la forme suivante : un accroissement rapide à proximité du centre suivie d'une lente décroissance (voir annexe 1).

A son maximum, on se trouve dans la situation où une proportion importante des résidents travaillent dans le centre urbain mais ont un domicile trop éloigné pour utiliser la marche à pied. A grande distance, cette fonction se stabilise à un niveau moyen exprimant qu'une moindre proportion des résidents est susceptible de venir travailler dans le centre urbain.

Ce correctif, fonction de la distance, joue pour 91 villes et pôles urbains périphériques de grandes villes. Il s'agit à la fois de villes wallonnes et de villes extérieures à la Région (comme Bruxelles, Aachen, Pétange et Luxembourg). Outre les polarités retenues dans le cadre du SDER, nous avons sélectionné des petits pôles en milieu rural comme Andenne ou Peruwelz et des pôles secondaires au sein de grandes agglomérations comme Ans, Fléron, Gosselies, Châtelet ...

Les paramètres qui régissent cette fonction sont dépendants de la hiérarchie des villes en tant que pôle d'emploi ; nous avons pour ce faire classé nos 91 villes en 6 niveaux basés sur le volume d'emploi existant en leur centre, niveaux auxquels correspondent 6 formes de correction différentes (voir annexe 1).

Le correctif prend donc une forme relative plutôt qu'absolue. Il est ainsi multiplié directement à l'accessibilité en bus obtenue par critères simples (mesuré en Equivalent-Bus) et appliqué avant la transformation en part modale attendue.

5.1.2 Corrections pour le train

5.1.2.1 Correctif spécifique pour le train au lieu de travail

Pour opérer le déplacement gare de destination – lieu de travail, les navetteurs ferroviaires n'ont, la plupart du temps, à leur disposition que deux modes : la marche à pied (et à titre anecdotique le vélo) et les bus/tram/métro. Cela limite donc la distance pouvant être parcourue.

L'usage des modes lents étant le plus restrictif, il est directement pris en compte *via* les critères de distance horizontale et verticale dans le programme de base. L'usage du bus entre la gare de destination et le lieu de travail est quant à lui fonction de l'importance de la gare, de la fréquence des lignes de transport en commun qui desservent le lieu de travail depuis la gare, et enfin, de la distance entre ce lieu et l'arrêt le plus proche. Nous avons dès lors pris en compte toutes les lignes de bus en partance des 18 principales gares wallonnes et, dans un rayon prédéfini dépendant de l'importance de la gare, nous avons apporté un correctif à l'accessibilité en train.

Ce correctif est donc une combinaison de l'accessibilité en bus des lignes passant par la gare (en Equivalent-bus calculée selon la méthode exposée précédemment), de l'importance de la gare que ces lignes desservent et d'une fonction liée à la distance à la gare. Celui-ci a pour but d'augmenter le rayon d'action des gares au lieu de travail le long des lignes de bus.

Le correctif se présente sous la forme d'une combinaison de fonctions types dont les caractéristiques sont propres à chaque gare. Cette fonction dépend de la distance à la gare. Il démarre de 0 au niveau de la gare, s'élève lentement puis de plus en plus rapidement pour atteindre un maximum à 700 m¹ avant de diminuer progressivement jusqu'à atteindre 0 au-delà de 4 000 m pour les gares moyennes et 6 000 m pour les 5 grandes gares wallonnes (voir annexe 1).

¹ Cette limite de 700 m correspond à la distance à la gare au-delà de laquelle le potentiel de navetteurs en trains effectuant le trajet gare – lieu de travail à pied devient négligeable.

5.1.2.2 Correctifs spécifiques pour le train au lieu de résidence

a) Pondération des trains dans le calcul de la fréquence

Dans le calcul de la fréquence de passage des trains, de légères modifications ont été apportées lors du calcul de l'accessibilité en train au lieu de résidence. Nous avons pondéré par 1.5 le poids de tous les trains à destination de Bruxelles car nous avons remarqué, au cours des premiers tests, une sous-estimation systématique le long de ces lignes. Une explication à cette situation est liée à la très forte concentration de l'emploi à proximité des principales gares bruxelloises et aux problèmes de parking et de congestion routière que cela engendre.

b) Distance et dénivellation

Nous avons cherché à déterminer la distance maximale au-delà de laquelle on considère l'accessibilité par le rail comme négligeable.

Cette limite relative à la distance parcourue par les usagers est variable selon que l'on considère le lieu de résidence ou le lieu d'activité. Suite aux différents essais d'étalonnage pratiqués par la mise en relation des mesures d'accessibilité et des parts modales, nous avons constaté que la limite de 700 mètres pour la distance au lieu d'activité ne convenait pas au lieu de résidence. Nous avons donc fixé une distance de 3 000 mètres au lieu de résidence. La prise en compte d'une distance plus longue pour la distance relative au lieu de résidence se justifie par la possibilité d'utiliser la voiture, le bus ou le vélo entre le domicile et la gare.

Vu la plus grande distance horizontale, il nous a semblé nécessaire de modifier également la dénivellation maximale jugée acceptable par les usagers. Pour le lieu de résidence, l'altitude n'est plus prise en compte de façon linéaire, et la différence d'altitude maximum tolérée est portée à 300 mètres (voir annexe 1).

c) Correctif lié à la distance aux centres des villes

Les modes de déplacements possibles entre le domicile et la gare de départ sont plus divers que ceux qu'il est possible d'utiliser entre la gare d'arrivée et le lieu de travail (utilisation de l'automobile quasi nulle et prépondérance de la marche à pied).

Nous avons constaté que le fait de retenir 3 000 m comme rayon d'influence autour des gares au lieu de résidence améliorerait le résultat (meilleur coefficient de corrélation) mais ne suffisait pas en soi. La distance et le poids du pôle d'emploi que forme le centre des grandes villes vers lesquelles mènent les voies ferrées jouent également un rôle important dans le choix du train comme mode de déplacement. Nous avons donc inséré un correctif tenant compte de ces deux facteurs. Celui-ci se présente sous la forme d'une fonction type indiquant tout d'abord une moindre utilisation du train par les populations vivant à proximité du centre des principales agglomérations autour desquelles s'organise le réseau ferré (faible utilisation des chemins de fer liée au fait que, pour l'essentiel, les résidents des centres urbains sont actifs au sein même de ces centres, voir annexe 1). Il indique ensuite un accroissement très rapide de la part du train avec la distance, atteignant un maximum dans la couronne périphérique (personnes travaillant en grande proportion dans les centres urbains mais dont la résidence est trop éloignée pour encore utiliser la marche à pied ou le bus), et enfin une diminution aux distances plus importantes (pour une grande proportion de ces personnes, le lieu de travail est extérieur aux centres urbains). Ce correctif, fonction de la distance, joue pour 9 villes wallonnes (Liège, Namur, Charleroi, Mons, La Louvière, Verviers, Tournai, Mouscron et Arlon) et 2 villes extérieures à la région (Bruxelles et Luxembourg). L'introduction de ce facteur dans le modèle de calcul consiste en la

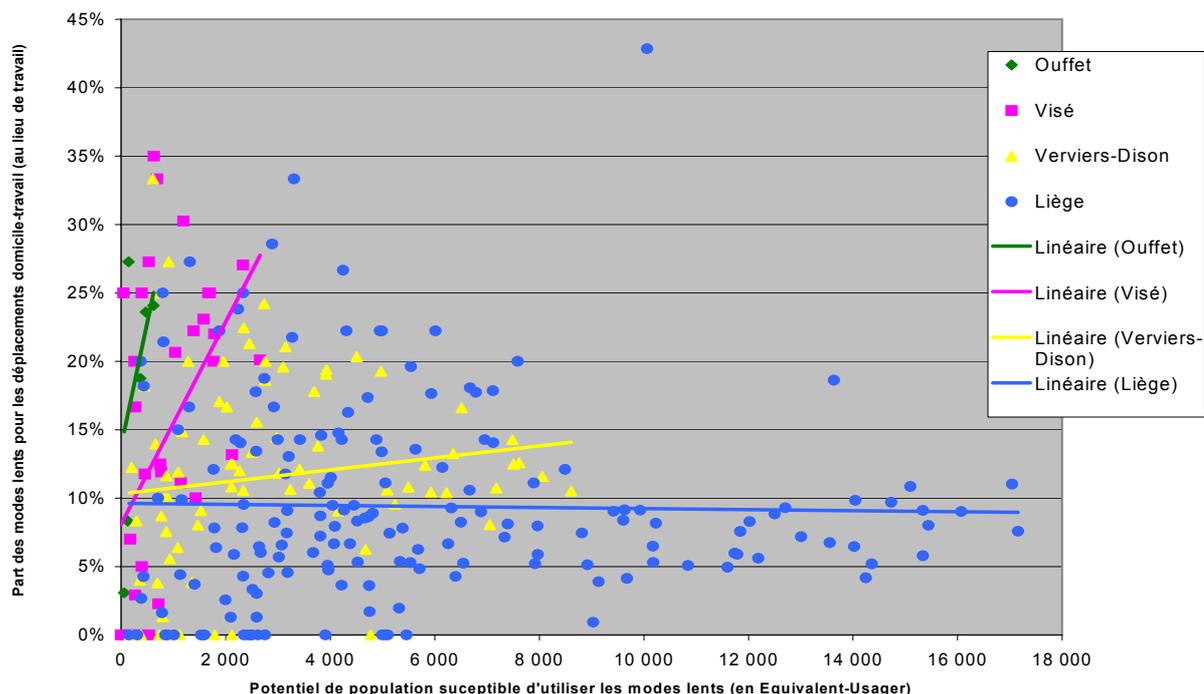
combinaison d'autant de couches de valeurs issues de l'application de ces courbes qu'il y a de villes ayant une telle influence.

5.1.3 Corrections pour les modes lents

5.1.3.1 Correctif général

Il existe une très forte hétérogénéité spatiale quant à la relation entre l'accessibilité par les modes lents (calculée en tant que potentiel de population dans un rayon de 1 600 m) et les parts modales afférentes. Plus précisément, les premiers essais de régression indiquent que, pour un même potentiel de population susceptible d'utiliser les modes lents, l'usage de ceux-ci se réduit lorsque l'on progresse dans la hiérarchie urbaine. Les résultats repris dans le graphique ci-dessous montrent que, pour les grandes agglomérations (par exemple Liège ou Verviers), la part conjointe des déplacements piétons et cyclistes est presque indépendante de ce potentiel. Par contre, au sein des noyaux de petite taille (par exemple Visé et plus encore Ouffet), la relation est claire : il existe un fort différentiel de pratiques entre le centre aggloméré et les parties périphériques (chaque point du graphique ci-dessous représente un secteur statistique).

Graphique 1 : Confrontation entre l'accessibilité et la part modale pour les modes lents en fonction de la hiérarchie urbaine



Source : INS, 1991

Une solution consiste à relativiser ces valeurs d'accessibilité (qui représentent en fait un calcul de densité de population pondéré par la distance dans un rayon de 1 600 mètres) par un potentiel de population représentatif de l'ensemble des personnes susceptibles de se rendre en ce lieu par n'importe quel mode de transport. Ce potentiel tient compte de la distribution de la population sur le territoire ainsi que de la relation qui lie la distance à

parcourir avec la probabilité d’effectuer un déplacement vers un lieu quel que soit le mode utilisé.

Ces relations peuvent être extraites des résultats de l’enquête sur la mobilité des ménages réalisée par le GRT-FUNDP². Plusieurs essais sur la forme de la courbe ainsi que sur la distance maximum à considérer ont été réalisés. Nous avons retenu une distance maximum de 8 000 m à vol d’oiseaux, ce qui correspond approximativement à une distance de 10/12 km parcourus. Ce choix résulte de la recherche d’un optimum entre l’objectif de précision et la minimisation des temps de calcul. La carte du correctif constitué par la mesure du potentiel de population dans un rayon de 8 km est jointe ci-après.

Que ce soit au lieu de résidence ou au lieu de travail, la part modale attendue des modes lents est obtenue par une analyse de régression utilisant le résultat en tout point du rapport entre le potentiel de population dans un rayon de 1 600 m et le potentiel dans un rayon de 8 km (voir annexe 1).

² Données issues de l’enquête nationale sur la mobilité des ménages (1998-1999), communication personnelle de J.P. Hubert (07/04/2003).

Insérer carte 3

5.1.3.2 Correctif spécifique pour les modes lents au lieu de travail

Cette correction intervient pour corriger le fait que malgré la très grande densité de population vivant dans les centres urbains des moyennes et grandes villes, la part des travailleurs venant à pied ou à vélo reste relativement faible. Cela s'explique essentiellement par deux faits ; le premier est la proportion importante du nombre d'emplois se situant au centre des villes par rapport à la population y habitant. Avant d'être des lieux d'habitat très denses, ces centres sont surtout des lieux d'emplois très denses. Ils drainent donc un nombre important de travailleurs externes à l'agglomération. Le second point renforce encore cet état de fait : la population vivant au centre des agglomérations n'est pas nécessairement qualifiée pour répondre aux emplois qui y sont localisés. Plus qu'ailleurs, une part importante de la population active y est sans emploi.

Nous avons dès lors décidé d'appliquer une correction à 27 villes (Arlon, Ath, Aywaille, Braine l'Alleud, Charleroi, Châtelet, Ciney, Dinant, Gembloux, Huy, Jodoigne, La Louvière, Libramont, Liège, Louvain-la-Neuve, Marche-en-Famenne, Mons, Namur, Nivelles, Ottignies, Saint-Ghislain, Soignies, Tournai, Tubize, Verviers, Waterloo, et enfin, Wavre) sélectionnées d'après un seuil d'emploi minimum. La ville de Mouscron répond également au critère mais, pour des raisons de terrain (population plus proche du comportement flamand, c'est-à-dire, utilisant plus la marche et le vélo), nous avons décidé de l'exclure.

La correction réduit l'accessibilité au centre ville. Son effet diminue de façon linéaire avec l'éloignement. En outre, elle varie selon la catégorie à laquelle appartient la ville. Elle s'applique comme un multiple pondérant l'accessibilité obtenue par le programme ; et varie de 25% à 100% (voir annexe 1).

5.2 COEFFICIENTS DE CORRELATION

L'analyse statistique s'effectue selon une régression non linéaire pondérée par le poids de population des secteurs statistiques concernés et utilise la méthode du Simplex. Les coefficients de corrélation sont donc à prendre avec la réserve d'usage liée à l'utilisation d'une régression pondérée (voir annexe 1).

Pour les bus, nous obtenons des coefficients de corrélation de 58,34% au lieu de résidence et de 55,61% au lieu de travail. Ce sont de très bons résultats. Ils démontrent que nous avons pris en compte une bonne partie des facteurs influençant le choix modal des bus.

Pour les trains, nous obtenons des coefficients de corrélations de 37,16% au lieu de résidence et de 52,04% au lieu de travail. Ce sont de bons résultats. Ils démontrent que nous avons pris en compte une bonne partie des facteurs influençant le choix modal du train tant au niveau macro qu'au niveau micro.

Pour les modes lents, nous obtenons des coefficients de corrélations de 43,7% au lieu de résidence et de 30,34% au lieu de travail. Les résultats sont jugés bons au lieu de résidence et satisfaisants au lieu de travail.

Il faut toutefois rester conscient que de nombreuses améliorations sont encore possibles. Cependant, chaque amélioration supplémentaire des coefficients va demander de plus en plus de temps et d'investissement de travail pour des améliorations de plus en plus faibles. Ceci est dû à la complexité des facteurs restant à intégrer. La question se pose donc de savoir si le jeu en vaut la chandelle vu le bon niveau des résultats actuels.

5.3 RESULTATS : CARTES D'ACCESSIBILITE EN PARTS MODALES ATTENDUES

Dès à présent, deux types de résultats peuvent être présentés :

- La cartographie des parts modales attendues et, ce pour les six types de parts modales :

- Part modale du bus au lieu de résidence ;
 - Part modale du bus au lieu de travail ;
 - Part modale du train au lieu de résidence ;
 - Part modale du train au lieu de travail ;
 - Part modale des modes lents au lieu de résidence ;
 - Part modale des modes lents au lieu de travail.
- La cartographie des résidus moyens par commune, et ce pour les six types de parts modales (ces cartes ne seront pas présentées dans ce rapport).

Insérer carte 4

insérer carte 5

insérer carte 6

insérer carte 7

insérer carte 8

insérer carte 9

5.4 CARTES D’ACCESSIBILITE : UN OUTIL D’AIDE A LA DECISION

En vue d’un aménagement du territoire souscrivant pleinement aux objectifs d’une gestion parcimonieuse du sol, d’une maximisation de l’utilisation des modes alternatifs à la voiture et d’une limitation des gaz à effet de serre dans le cadre du Protocole de Kyoto, quatre grandes pistes de travail peuvent être tracées ; toutes s’inscrivent dans la logique d’une mise en adéquation du profil de mobilité des activités et du profil d’accessibilité des lieux.

Mettre prioritairement en œuvre les disponibilités foncières les plus accessibles et limiter la consommation d’espace en dehors des zones bien accessibles.

Le croisement des cartes d’accessibilités avec les plans de secteur (PS) permet de repérer les disponibilités foncières les mieux situées, c’est-à-dire celles qui offrent des alternatives de qualité à la voiture. Leur mise en œuvre prioritaire par les outils d’aménagement du territoire (Schéma de Structure Communal, PCA...) et par la politique foncière (taxe sur les terrains non bâtis...), devrait être associée à une utilisation plus parcimonieuse du sol telle que prônée dans l’article premier du CWATUP (limitation de la taille des parcelles tant pour les résidences que pour les activités économiques). Pour prendre un exemple d’application d’actualité, il serait judicieux d’utiliser les cartes d’accessibilité pour fixer l’ordre de priorité d’aménagement des ZAD ainsi que la meilleure affectation à y développer (voir cartes : exemples des ZAD de la commune de Sambreville).

De plus, en cas de révision globale des plans de secteur, on pourrait imaginer un remembrement du potentiel foncier par l’échange des terrains urbanisables mais très peu accessibles contre les terrains non-urbanisables mieux situés en vue de la promotion d’une mobilité durable. Ce remembrement urbain peut s’imaginer sans accroissement global du potentiel foncier de la zone urbanisable. Les cartes permettraient ainsi de juger dans une optique « Kyoto » de la bonne ou mauvaise localisation des zones urbanisables et aideraient ainsi à une gestion parcimonieuse des sols.

Cartes 10, 11,12 : Parts modales attendues du bus, du train et des modes lents au lieu de résidence pour les ZAD de la commune de Sambreville.

Répartir intelligemment les activités suivant leur profil de mobilité sur le zonage (PS) déjà établi : l'exemple des ZAE.

Sur les exemples cartographiques suivants, on peut voir l'exemple de la ZAE des Hauts-Sarts. Dans les zones où l'accessibilité par les modes alternatifs est très faible, il serait judicieux de privilégier les activités de profils C (industries) ou à tout le moins de proscrire les activités de type A (bureaux). Par contre là où l'accessibilité alternative est sensiblement meilleure, la zone peut accueillir des activités de type B ou même certaines activités de type A. En ce qui concerne les Zones d'Activités Economiques gérées par les opérateurs publics (anciennes ou issues des récentes révisions des plans de secteur), l'inscription au PS de périmètres relatifs à des profils d'accessibilité permettrait d'y localiser au mieux les activités, et ce en adéquation avec d'une part leurs besoins en déplacements et d'autre part la desserte disponible par les divers modes alternatifs. En effet, dans les zones les moins bien desservies par les modes alternatifs, il faut privilégier les activités les plus extensives sur le plan spatial et/ou générant des nuisances incompatibles avec un voisinage résidentiel ; et il faut éviter d'y localiser les activités les plus intensives.

Cartes 13, 14, 15 : Parts modales attendues du bus, du train et des modes lents au lieu de travail pour les ZAE des Hauts-Sarts.

Créer une offre foncière ou immobilière alternative aux localisations périphériques pour les activités économiques pouvant s'intégrer au sein des tissus urbains.

La faible accessibilité par les modes alternatifs offerte dans de nombreuses ZAE gérées par les Intercommunales de développement économique implique la mise en place de solutions alternatives pour la localisation des activités qui, en raison de leur profil de mobilité, ont leur place au sein des tissus urbains.

Pour ces activités plus intensives et compatibles avec un environnement résidentiel, on peut développer la formule déjà existante des mini parcs urbains à l'image de ceux réalisés par la SPI⁺ en Province de Liège (le parc de la Boverie et le parc Colard à Seraing, le parc de Prayon à Trooz et le parc de Comblain-au-Pont). L'aménagement de tels parcs pourrait notamment passer par l'assainissement de SAED situés en des lieux offrant une bonne accessibilité multimodale ; les cartes du LEPUR peuvent aider à repérer les localisations potentielles d'autres parcs d'activités de ce type.

Une seconde piste à développer au sein des intercommunales, avec le soutien financier de la Région, réside dans la gestion d'un inventaire des bâtiments disponibles à la vente ou à la location pour des activités économiques. Cela permet de proposer à certaines entreprises des alternatives à l'achat d'un terrain dans un parc périphérique. Nos tissus urbains comportent en effet un certain nombre d'immeubles voués à l'activité économique susceptibles d'intéresser les entreprises et offrant une bonne accessibilité multimodale. Le travail des Intercommunales servirait alors à faciliter la rencontre entre l'offre et la demande sur ce marché immobilier. En Région de Bruxelles-Capitale, un tel service fait depuis longtemps ses preuves au sein de la SDRB.

Favoriser le renouvellement urbain *via* l'instauration d'une discrimination positive en faveur des parties centrales des tissus urbains offrant les meilleures accessibilités par les modes alternatifs à la voiture.

Comme les zones offrant une bonne accessibilité par les modes alternatifs à la voiture sont souvent intégralement urbanisées, il est nécessaire de mettre en place des outils de renouvellement urbain permettant de transformer l'immobilier existant non occupé en offre adaptée aux exigences contemporaines. Pour réorienter les investissements immobiliers (tant publics que privés) vers les tissus urbains existants, la stratégie la plus efficace est d'exploiter ou d'élaborer parallèlement une panoplie d'outils relevant de différents secteurs : aménagement actif (politique foncière et politique de rénovation / revitalisation), aides au logement (primes, construction de nouveaux logements sociaux...), lois d'expansion économique, politique fiscale (réduction / majoration spatialisée du précompte immobilier ou des droits d'enregistrement, taxe sur les parcelles non bâties limitées à un périmètre de bonne accessibilité,...). Pour moduler le montant de ces primes, subventions et taxes de manière optimale dans l'espace, les cartes d'accessibilité peuvent être d'une aide précieuse.

A ce sujet, nous renvoyons également le lecteur aux travaux du thème 3.1 de la CPDT sur le recyclage urbain.

6. PRECISIONS RELATIVES AUX PHASES SUIVANTES

Lors de la prochaine subvention, le travail de modélisation se poursuivra en plusieurs étapes. Il s'agira de :

1. calculer la part modale de la voiture ;
2. déterminer la part respective des bus, des modes lents et de la voiture pour les déplacements domicile - gare ;
3. déterminer les distances parcourues pour chaque mode ;
4. déduire les quantités de CO₂ émises ;
5. élaborer des scénarios d'aménagement du territoire (en partenariat avec le thème 1.1 – observatoire des mutations spatiales et structures territoriales – et le thème 3.1 sur le renouvellement urbain) et déduire pour chacun les quantités de CO₂ émises.

Le calcul des émissions de CO₂ s'appliquera en réalité aux seuls trajets en voiture. Car les modes lents n'occasionnent pas d'émissions de gaz à effet de serre, et les transports en commun seront pris en compte différemment, à partir du kilométrage parcouru et des consommations actuelles globales pour l'ensemble des réseaux des TEC et de la SNCB¹. En effet, les distances parcourues en bus et en train ne différeront pas d'un scénario à l'autre, notre objet étant d'estimer les retombées de modifications de la demande (par des organisations différentes du territoire) et non de l'offre en transports.

6.1 PART MODALE DE LA VOITURE

Pour calculer la part modale de la voiture, nous considérons celle-ci comme étant le négatif de la somme de toutes les parts modales des alternatives à la voiture. Dès lors deux solutions s'offrent à nous pour la calculer.

Premièrement, il suffira simplement d'additionner en tout point du territoire les parts modales attendues des trois différents modes alternatifs à la voiture et d'en déduire la part de celle-ci.

Deuxièmement, dans un souci de validation de la méthode, il faudra recalculer une régression multiple sur base de l'addition des formules des trois régressions précédentes. Nous obtiendrons ainsi de nouveaux coefficients pour chaque variable indépendante. C'est sans doute cette seconde méthode plus élaborée qui sera utilisée si une courbe de régression est trouvée. Dans le cas contraire, nous nous limiterons à la première démarche.

Une fois le résultat obtenu soustrait de 100% (l'ensemble des modes), nous obtiendrons la part modale attendue pour la voiture. Il sera alors nécessaire de déterminer la part à attribuer à la voiture utilisée en tant que passager et celle de la voiture utilisée en tant que conducteur. Cette distinction nécessitera à nouveau le recours à la technique de la régression, en utilisant comme variable explicative principale le niveau de revenu moyen par secteur statistique.

¹ De cette consommation totale de carburant, nous déterminerons le volume à imputer aux déplacements domicile-travail en utilisant la part que représente ce motif dans les déplacements effectués en bus (enquête MobeI).

6.2 PART MODALE DES DEPLACEMENTS DOMICILE - GARE

Lors du calcul des émissions de CO₂ il ne faut pas négliger la multimodalité, c'est-à-dire qu'il est essentiel de tenir compte en plus du mode principal, du (ou des) mode(s) secondaire(s). Dans le cas du train comme mode principal, nous allons tout spécialement nous intéresser au mode utilisé sur le trajet entre le domicile et la gare de départ ; car une bonne partie de ces trajets est effectuée en voiture contrairement aux déplacements gare de destination – lieu de travail. Pour ce faire nous procédons en deux étapes :

1. Calcul de l'aire de chalandise des gares ;
2. Estimation de la part des différents modes sur le trajet domicile – gare au sein de ces aires.

Nous ne nous occuperons par contre pas du mode utilisé entre domicile et arrêt de bus, ni entre arrêt de bus et lieu de travail car ces trajets se font essentiellement en modes lents et ne sont pas générateurs de CO₂.

6.2.1 Aire de chalandise des gares

Le calcul de l'aire de chalandise des différentes gares wallonnes (ou frontalières) se fait sur base d'une modélisation de divers critères. Premièrement, il convient d'identifier les facteurs influençant le choix de la gare de départ ; et deuxièmement, d'établir des critères basés sur ces facteurs, puis les formuler mathématiquement et finalement les insérer dans un programme. Deux types de critères ont été définis, des critères d'exclusion et un critère de pondération. Ils sont expliqués ci-dessous.

Dans le programme, les critères d'exclusion sont d'abord exécutés. Les résultats intermédiaires ainsi obtenus sont de type binaire (1 = pixel pour lequel la gare est retenue ; 0 = pixel pour lequel la gare est exclue). Le critère de pondération est alors exécuté pour calculer dans quelle proportion les utilisateurs du train ayant leur résidence en un point donné se répartissent entre les différentes gares retenues dans la première étape.

6.2.1.1 Identification des facteurs influençant le choix de la gare

Les trois facteurs retenus dans le modèle sont :

- la distance aux gares. Il est logique de considérer que les usagers du train ne seront pas prêts à parcourir de grandes distances pour parvenir une gare s'ils en ont une équivalente à proximité ;
- le poids des gares. Le poids des gares est calculé en fonction du nombre et du type de trains qui s'y arrêtent par jour. Si un usager se trouve à même distance de deux gares, il préférera celle de niveau supérieur, car celle-ci lui offre en fait une plus grande fréquence de passage des trains rapides. Sur base de la fréquence des trains, les gares sont classées en 6 niveaux ;
- la distance aux grandes villes. Les 3 plus grandes villes (Bruxelles, Liège, Luxembourg) concentrent l'essentiel des emplois occupés par les navetteurs ferroviaires résidant en Wallonie. Il faut donc prendre en compte le fait que la proximité d'une gare a une influence anisotropique en fonction de la direction. Prenons le cas des gares desservies par des trains menant à Bruxelles. La plupart des navetteurs vers Bruxelles choisiront une gare plus proche de Bruxelles que ne l'est leur lieu de résidence et non l'inverse, même si la gare plus éloignée de la capitale est plus proche de leur domicile. Il est en effet logique d'éviter toute « marche arrière ». Si l'influence de Bruxelles s'exerce sur la quasi-totalité de la Région Wallonne, l'influence de Liège et de Luxembourg sont plus limitées spatialement.

6.2.1.2 Mise au point des critères d'exclusion et de pondération

Quatre critères d'exclusion ont été construits :

- le premier considère simplement que toute gare située à plus de 40 km d'un point est rejetée ;
- le second exclut des petites gares en comparant la distance qui les sépare du point considéré avec la distance qui sépare ce même point d'une grande gare voisine ;
- le troisième élimine, parmi un ensemble de gares de même niveau, celles jugées trop lointaines proportionnellement à la plus proche du point considéré ;
- le dernier critère exclut une gare de niveau supérieur si elle est située à une trop grande distance du point considéré par rapport à une petite gare beaucoup plus proche de ce point.

Le critère de pondération consiste à établir en chaque point, et pour chaque gare retenue suite aux critères d'exclusion, la proportion d'utilisateur du train résidant en ce point se rendant à la gare X, Y ou Z.

6.2.1.3 Ajustement des critères

Pour le moment, l'ajustement des critères se fait de manière itérative, sur base d'une analyse visuelle des résultats cartographiques. Pour valider ceux-ci, il faudra néanmoins confronter ces résultats théoriques avec les données relatives aux abonnements de la SNCB² qui nous seront fournies très prochainement (voir annexe 1).

Ci-après, nous avons joint quelques exemples d'aire de chalandise ; Namur, Luttre et Loncée.

² Suite aux travaux du thème 1 relatifs à l'atlas des gares, un partenariat est en cours entre la SNCB et les thèmes 1 et 2 de la CPDT. Cette collaboration vise la réalisation de fiches d'accessibilité contenant principalement deux cartes réalisées à deux échelles différentes. A l'échelle micro, celle du quartier de la gare présentera les cheminements piétons et cyclistes, la localisation des parkings, des arrêts de bus.... Elle sera réalisée notamment avec l'aide du thème 1. Une autre carte à l'échelle macro, celle de l'aire de chalandise de la gare, présentera les grands axes routiers, la desserte en bus... C'est ici qu'interviendront les présents travaux du LEPUR.

Cartes 16, 17, 18 : Exemples d’aires de chalandise

6.2.2 Estimation de la part des différents modes sur le trajet domicile – gare

Sur base des données 1991 par secteurs statistiques de l'INS sur les déplacements multimodaux domicile – travail, et des aires de chalandises calculées, il nous sera possible de déterminer la part des modes utilisés par les usagers pour ces déplacements. Il nous faudra distinguer 4 types de modes :

- les modes lents ;
- le bus ;
- la voiture en tant que chauffeur ;
- la voiture en temps que passager.

6.3 DISTANCE MOYENNE PARCOURUE EN VOITURE ATTENDUE EN TOUT POINT DU TERRITOIRE

L'objectif est ici d'obtenir une estimation du nombre de kilomètres parcourus par voiture en tout point du territoire d'étude, considéré successivement comme lieu de résidence potentiel ou comme lieu de travail potentiel. Deux types de cartographie à l'échelle des pixels de 50 m sur 50 m seront donc produits. En outre, deux situations seront distinguées :

- Voiture en tant que mode principal : la distance moyenne parcourue en voiture peut être extraite des données du recensement de 1991 par secteur statistique.
- Voiture en tant que complément au train : la distance (domicile – gare) moyenne parcourue en voiture peut être obtenue en calculant les distances moyennes pondérées par la proportion des usagers du train se rendant dans les différentes gares. Cette proportion est obtenue par le calcul des aires de chalandise exposé ci-dessus.

6.4 ESTIMATION DU CO₂ EMIS PAR UNITE DE DISTANCE

Nous nous baserons sur des valeurs moyennes d'émissions, estimées pour un parc moyen, à partir d'études sur la consommation du parc automobile en Région wallonne.

6.5 SCENARIOS DE DISTRIBUTION DE L'EMPLOI ET DES POPULATIONS

Les divers scénarios d'occupation du sol modéliseront respectivement :

- la situation actuelle, caractérisée par une certaine distribution spatiale de l'emploi et des populations ;
- la situation future à tendances inchangées : déclin urbain, consommation d'espace... c'est-à-dire un scénario prévisionnel n'envisageant aucune modification structurelle des politiques territoriales ;
- la situation future avec application d'une politique volontariste (densification, maîtrise de l'étalement urbain, encouragement de la mixité...), c'est-à-dire un scénario volontariste dont les hypothèses seront à adopter lors d'un prochain comité d'accompagnement. Par exemple, nous postulons une réduction de la taille moyenne des parcelles, la localisation de nouvelles urbanisations dans les endroits les plus accessibles parmi ceux disponibles, ou encore *via* une politique active et efficace de renouvellement urbain, une stabilisation voire une légère croissance de la population dans les centres urbains... ;

Ces scénarios devront concerner à la fois les lieux de résidence et les lieux de travail.

Pour la détermination de la distribution des lieux de résidence et des lieux de travail, les données de base exploitées seront les données INS de la population et de l'emploi par secteur statistique (de 1991 et 2001)³.

6.6 INTEGRATION DES DIFFERENTS MODULES DU MODELE

Les scénarios doivent permettre d'évaluer l'impact des décisions prises en matière d'aménagement du territoire sur les émissions de CO₂, par intégration des différents modules du modèle calculés lors des étapes précédentes.

Ce calcul sera réalisé grâce au croisement des deux cartographies (part modale – distance par mode) avec les différents scénarios de distribution de la population et des emplois pour en déduire, pour chaque mode et chaque scénario, le nombre de kilomètres parcourus. En multipliant ces distances par les émissions moyennes des différents véhicules du parc, on obtiendra des niveaux totaux d'émissions de CO₂. L'intérêt de ces chiffres ne résidera non pas dans leur valeur absolue, mais dans les possibilités de comparaison entre scénarios.

³ Afin d'intégrer dans notre analyse les tendances en matière de localisation des activités et des résidences, une réflexion peut être envisagée à partir d'autres sources d'information : les données cadastrales (étudiées lors d'une subvention précédente) et la superposition d'un masque binaire du bâti et d'une couche vectorielle des plans de secteur, qui permet de visualiser la localisation des disponibilités foncières au sein des zones d'activités économiques, des zones d'habitat et des ZAD (données existantes au sein du laboratoire SURFACES de l'ULg).

Chapitre III : ÉVALUATION DE COMBINAISONS DE MESURES LIEES A L'AMENAGEMENT DES QUARTIERS ET A LA MOBILITE : PREMIERS RESULTATS

1. PRESENTATION DU MODELE CANADIEN

Il a été décidé, lors des comités d'accompagnement de janvier et mars 2004, d'aborder « l'évaluation de combinaisons de mesures » par l'utilisation d'un logiciel mis au point par la Société Canadienne d'Hypothèques et de Logement (SCHL). Celui-ci nous permet d'évaluer **les émissions en provenance du transport provoquées par les ménages de différents quartiers en Wallonie**, moyennant l'entrée d'une série de données relatives à ces quartiers. Elles traduisent notamment les caractéristiques urbanistiques de ceux-ci et les options d'aménagement dans leur région urbaine ; par conséquent les quartiers les plus performants en termes de CO₂ nous indiquent automatiquement les combinaisons de mesures micro et macro les plus efficaces. Cela revient à évaluer l'effet de paquets de mesures en tenant compte des effets de renforcement ou de neutralisation entre elles, objectif prévu par le cahier des charges. Certaines des données nécessaires correspondent d'ailleurs à la qualification de mesures traitées individuellement lors de la subvention précédente (densités résidentielles, densités humaines, mixité fonctionnelle, accessibilité par les transports en commun, disponibilité d'infrastructures pour modes lents...).

1.1 DESCRIPTION DU MODELE

Le logiciel utilisé, nommé **Outil d'évaluation de la durabilité des quartiers**, a été mis au point par la Société Canadienne d'Hypothèques et de Logement (SCHL) en 2000⁴. D'usage simple, il permet aux collectivités d'évaluer leurs quartiers, existants ou non encore construits ou rénovés, sous l'angle des émissions de gaz à effet de serre (GES) en provenance du transport.

Il fonctionne sur base de modèles de régressions qui prédisent les véh-km en auto et les passagers-km en transport en commun générés par les habitants d'un quartier (et d'un sous-modèle de régression produisant les taux de motorisation) à partir d'une série de données relatives à ce quartier (que l'utilisateur encode grâce à une interface conviviale). Par l'application de facteurs d'émissions, le logiciel calcule les émissions en GES afférentes à ces trajets. Les données nécessaires sont détaillées plus bas.

Les équations prennent la forme suivante :

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n$$

Y est la variable dépendante à prédire (les véh-km en voiture et les passagers-km en transports en commun pour les deux modèles principaux et le taux de motorisation pour le sous-modèle)

X_i représente les variables indépendantes (les données à entrer dans le modèle)

a est une constante

b_i sont des coefficients

L'outil a été mis au point pour la région métropolitaine de Toronto, à partir des données de l'enquête *Transportation Tomorrow Survey* de 1996, réalisée sur un échantillon de 115 000

⁴ SCHL/CMCH (2000).

ménages répartis en 795 zones de circulation (de 2 à 6 km² et comprenant de 0 à 10 000 ménages chacune). Il a été testé dans d'autres agglomérations et régions urbaines canadiennes, mais jamais en Europe. D'après les auteurs, les résultats de ses calculs peuvent être utilisés pour les comparaisons d'émissions entre quartiers, les chiffres absolus en éqCO₂ étant davantage sujets à caution.

1.2 VARIABLES

19 variables distinctes doivent être entrées dans le logiciel pour chaque quartier choisi. Elles sont de trois types : **socio-démographiques, d'emplacement** (vis-à-vis de la région urbaine à laquelle le quartier appartient) et « **de quartier** » (caractéristiques physiques, urbanistiques et fonctionnelles locales). Elles sont listées ci-dessous. Les données utilisées par l'équipe de recherche pour l'utilisation du logiciel en Région wallonne sont expliquées plus bas.

Caractéristiques du quartier : Disposition des routes

Longueur totale des routes

Nombre d'intersections

Longueur totale des grandes voies de communication

Longueur totale des pistes cyclables (+ voies)

Superficie brute totale des terrains

Nombre total de logements

Types de logements

Densité d'habitation brute d'un quartier dans un rayon d'1 km

Nombre d'emplois dans un rayon d'1 km

Nombre d'épiceries dans un rayon d'1 km

Variables socio-économiques

Taille prévue des ménages

% prévu de la population de < 16 ans

Revenu d'emploi moyen prévu par ménage

Caractéristiques d'emplacements

Distance par rapport au centre-ville

Nombre d'emplois dans un rayon de 5 km

Distance à la gare de transport rapide la plus proche

Zone desservie par un train de banlieue (oui / non)

Distance à la gare de train de banlieue la plus proche

Heures de service des transports en commun dans un rayon d'1 km

1.3 POUVOIR EXPLICATIF DE CHAQUE VARIABLE

Voyons le rôle que joue chaque variable dans les deux modèles et le sous-modèle de régression établis (voir figure 2). La quantité d'émissions en jeu étant beaucoup plus faible pour les transports en commun (voir plus loin), retenons surtout que les véh-km en auto (VKD) sont principalement influencés par :

- la distance au centre-ville

- le taux de motorisation
- la taille des ménages
- ... et dans une moindre mesure par la mixité (emplois dans les 5 km et variété des affectations des terrains dans le km) et le revenu.

Quant au taux de motorisation (nombre de véhicules par ménage), il dépend surtout :

- du revenu des ménages
- du nombre d'adultes par ménage

Figure 2 : Impact des variables explicatives

Pièce 24

Impact des variables explicatives sur les VKD en auto, les PKD en transport en commun et la propriété d'une automobile par ménage

Description	Var. en % des VKD attribuable à une hausse de 10 % de la variable ¹	Impact global de la variable ²		
Modèle des VKD en auto				
Constante	s.o.	s.o.		
Dist. par rapp. au centre-ville (km)	2,90 %	***		
N ^m moy. de véh. par ménage	4,25 %	***		
Ln (n ^m d'emplois ds r de 5 km)	-0,66 %	**		
Comb. d'utilis. des terrains ds r d'un km	-1,42 %	**		
Ln (n ^m moy. de personnes par ménage)	3,21 %	***		
Dist. par rapp. à la gare GO ou TR la plus proche (km)	0,36 %	*		
Revenu moyen d'emploi (milliers \$)	1,47 %	**		
Type de route = grille rurale (binaire)	0,25 %	*		
Intersections/km de route	-0,62 %	*		
Rapport — long. gr. voies comm. — long. tot. des routes (autres qu'express)	0,04 %	*		
Modèle des PKD en transport en commun				
Constante	s.o.	s.o.		
Dist. par rapp. au centre-ville (km)	3,72 %	**		
Dist. par rapp. au centre-ville (km), au carré	-1,33 %	**		
N ^m moy. prévu de véh. par ménage	-3,84 %	***		
H. serv. transp. en commun ds r d'un km du centre de gravité	14,38 %	***		
Ln (n ^m de log. ds r d'un km)	0,77 %	*		
Taille moyenne des ménages (pers./ménage)	14,13 %	***		
Ln (n ^m d'empl. ds r d'un km du centre de gravité)	-0,44 %	**		
Nbre de magasins ds r d'un km du centre de gravité	-0,62 %	*		
Gare TR ds r d'un km (binaire) X dist. p. rapp. au centre-ville (km)	0,21 %	**		
Gare GO ds r d'un km (binaire) X dist. p. rapp. au centre-ville (km)	0,12 %	*		
Pistes cyclables dans le quartier (binaire)	0,16 %	*		
Véhicule par ménage				
Constante	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.
Dist. par rapp. au centre-ville (km)	0,65 %	0,19 %	-1,84 %	**
N ^m d'adultes (16 ans +) par ménage	6,23 %	1,81 %	-17,86 %	***
Ln (Revenu du ménage (\$))	1,79 %	0,52 %	-5,08 %	***
H. serv. tr. en comm. en semaine (r d'un km)	-0,53 %	-0,15 %	1,50 %	**
N ^m de magasins ds r d'un km	-0,08 %	-0,02 %	0,21 %	*
Comb. de types de log. dans le quartier	-0,42 %	-0,12 %	1,18 %	**
Ln (n ^m de log. ds r d'un km)	-0,32 %	-0,09 %	0,90 %	*
Taille moy. des log. (pièces/log.)	1,54 %	0,45 %	-4,36 %	**
Gare TR ds r d'un km (binaire)	-0,05 %	-0,02 %	0,15 %	*
Type de route = curviligne (binaire)	0,05 %	0,02 %	-0,16 %	*
Rapport long. Des pistes cyclables — long. tot. des routes (autres qu'express)	0,05 %	0,01 %	0,15 %	*

¹ Basé sur une hausse de 10 % de la valeur de la variable par rapport à la moyenne dans la RGT, multipliée par la valeur du coefficient et divisée par la valeur VKD/PKD/propriété d'auto découlant des valeurs moyennes

² Trois * = impact important sur la variable dépendante; 2 * = impact moyennement important; 1 * = impact relativement faible sur la variable dépendante

Source : SCHL/CMCH (2000)

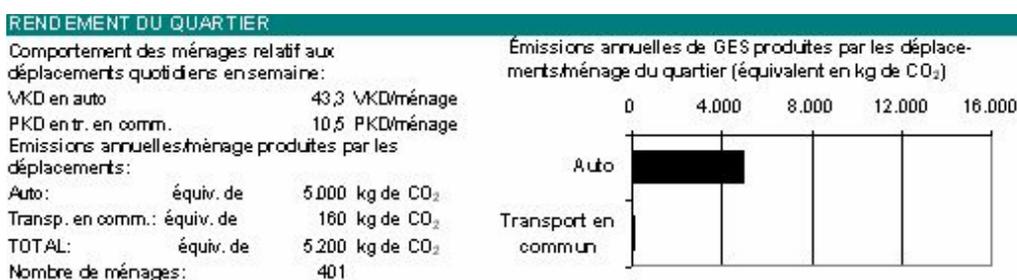
1.4 RESULTATS PRODUITS

Une fois les données encodées dans le logiciel, celui-ci calcule le « rendement » de chaque quartier étudié. Il produit en fait deux types de résultats (figure 3) :

- les déplacements (*en semaine*) par ménage et par jour : en véh-km pour les autos et en passager-km pour les transports en commun ;
- les émissions annuelles de CO₂ correspondantes, par l'application de facteurs d'émissions (pour les voitures, les trains et les bus) et d'un facteur d'expansion permettant de passer du jour de semaine à l'année⁵).

La multiplication par le nombre de ménages permet, si on le désire, d'obtenir les émissions totales en chiffres absolus du quartier en question.

Figure 3 : Rendement du quartier



Source : SCHL/CMCH (2000)

1.5 LIMITES DE L'APPROCHE – POSSIBILITES D'INTERVENTION DE L'UTILISATEUR

Les régressions utilisées ont été construites sur base d'une enquête ménages à Toronto. Les comportements adoptés par les habitants d'une grande agglomération canadienne diffèrent certainement des comportements moyens des Wallons. C'est là la principale faiblesse de notre recherche : si les équations et facteurs sont clairement indiqués dans le logiciel, nous n'avons pas de prise sur la réalité comportementale qu'ils reflètent. Par conséquent, un « calage » proprement dit du modèle est impossible : seule la réalisation d'une étude semblable (enquêtes de mobilité ménage vaste et finement localisée en Wallonie + analyses de régression) nous permettrait de coller réellement aux comportements wallons. Une telle étude n'entrant pas dans le cadre de nos travaux, nous prendrons l'outil tel quel et nous intéresserons à ses résultats pour leur valeur de comparaison entre quartiers avant tout. En ce qui concerne les valeurs absolues produites, nous tenterons de les corriger au maximum par l'introduction de nouvelles données dans le modèle. En effet, des corrections sont possibles en divers points du processus (voir point 2.4.2).

- Tout d'abord, au lieu de nous fier à la valeur prédite du taux de motorisation par le sous-modèle interne à l'outil, nous pouvons le comparer aux taux réels recueillis lors du recensement (les résultats de l'enquête socio-économique de 2001 ne sont cependant pas encore disponibles), et le remplacer par ce dernier.
- Ensuite, nous pouvons utiliser, au lieu des consommations et émissions propres aux véhicules canadiens, les facteurs d'émissions du parc des véhicules belges (automobiles et transports en commun).

⁵ Il dépasse 365, les déplacements les jours de week-end étant plus longs que ceux des jours de semaine.

- Enfin, nous pouvons vérifier dans quelle mesure le facteur d'expansion propre à la mobilité des Belges (facteur transformant les émissions par jour de semaine en émissions annuelles) diffère de ceux des Canadiens ; et au besoin, nous pouvons remplacer ce facteur dans les calculs.

Malgré ces diverses corrections, il subsistera encore un biais par rapport aux émissions réellement produites au départ des différents quartiers wallons. Nous tenterons d'estimer l'ampleur du biais restant par la comparaison des contextes canadiens et wallon au travers d'études existantes (point 2.4.1).

2. APPLICATION EN WALLONIE

2.1 CHOIX DE L'AGGLOMERATION ET DES QUARTIERS

La région urbaine de Liège a été choisie et son choix entériné par le CAT du 23/03/04. Elle est la plus étendue et la plus peuplée de la Région wallonne et se rapproche ainsi, dans la mesure du possible, du contexte dans lequel le modèle a été mis au point. Elle offre en outre une diversité de quartiers et de types d'urbanisation.

L'intérêt de cette recherche dépend naturellement du choix judicieux des quartiers testés. Pour bien faire, ils doivent présenter, à l'intérieur d'une région urbaine donnée, des caractéristiques morphologiques variées. Il peut s'agir par exemple d'un lotissement périphérique lâche et monofonctionnel, d'un quartier central dense, d'un quartier de banlieue traditionnelle mixte ou uniquement dévolu au logement « en hauteur »... Ils doivent aussi présenter divers schémas de fonctionnement en matière de déplacements des ménages, et notamment se situer à des distances variées du centre-ville, concentration d'emplois et de services. En fait, un large éventail de quartiers testés devrait nous assurer, *a priori*, l'**amplitude maximale** des résultats au niveau des émissions de CO₂ et par là, préparer au mieux le travail de recommandations en termes de prise de mesures.

Nous avons choisi, en raison des divers facteurs à prendre en compte, de nous fier à notre connaissance du terrain plutôt que d'avoir recours à un échantillonnage aléatoire simple ou stratifié. Celui-ci n'était en outre pas nécessaire étant donné qu'il s'agit ici d'un test du modèle et non d'établissement de statistiques robustes pour toute la région urbaine. Quant à l'échelle des quartiers sélectionnés, les contraintes liées à la disponibilité des données nous imposent celle des secteurs statistiques. Leur nombre, enfin, a été choisi de manière à maîtriser le temps consacré aux travaux de terrain et à la récolte de données tout en assurant une certaine représentativité du test.

Au final, les 15 quartiers indiqués dans le tableau 3 ci-dessous (description détaillée dans le **carnet de terrain en Annexe 2**) ont été retenus sur base de plusieurs critères :

- En premier lieu, la **distance au centre** (considéré comme la place St-Lambert). On propose ainsi quatre groupes de quartiers :
 1. central ;
 2. péricentral ;
 3. périphérique proche ;
 4. périphérique éloigné ;

Les quatre groupes de quartier contiennent chacun quatre quartiers à l'exception du premier (trois), vu l'éventail réduit de cas disponibles. En réalité, la classification dans ces quatre groupes inclut une composante de fonctionnement également et n'est pas exclusivement fondée sur la distance au centre. C'est ainsi que l'on retrouve Sainte-Walburge dans le groupe 2, alors qu'il est plus près du centre que Paradis, dans le groupe 1. En effet, le premier cas s'apparente plus, fonctionnellement, à un petit pôle secondaire, du reste isolé par le relief, alors que le second appartient clairement au centre-ville (quartier de la gare des Guillemins). On voit dans le tableau ci-dessous que la plupart des quartiers font partie de l'agglomération de Liège au sens de l'INS (agglomération morphologique), tandis que les quatre derniers, périphériques, appartiennent plutôt à sa région urbaine fonctionnelle.

- En second lieu, la **densité** : dans chaque groupe, nous avons choisi des densités variées, tant en termes d'habitants qu'au niveau du bâti ;
- En troisième lieu, la qualité de la **desserte en transports en commun** (train, bus) et / ou la **mixité** fonctionnelle : du quartier monofonctionnel « voiture » au quartier offrant de nombreux services et bien desservi par des modes alternatifs. Ces deux critères finissent d'assurer la diversité des cas traités par le modèle canadien.

Tableau 3 : Références des 15 quartiers analysés

Type de quartier	Nom du quartier	Numéro INS
Quartier central	Paradis	62063A32-
	Feronstrée	62063A01-
	Dos-Fanchon	62063B11-
Quartier péricentral	Thier à Liège	62063A90-
	Sainte-Walburge	62063A601
	Parc de Cointe	62063J40-
	Chênée-centre	62063G001
Quartier périphérique proche	Biens communaux	62096A521
	Mehagne	62022D322
	Rocourt-centre	62063L001
	Liers-centre	62051C000
Quartier périphérique éloigné	Les Trixhes-centre	62120A402
	Bois des Chevreuils	62032B121
	Hony-Bas	62032A401
	Strivay	62121B10-

Source : INS

Les 15 quartiers retenus dans l'optique d'une estimation CO₂ en provenance des déplacements des ménages ont été repris également pour l'estimation CO₂ en provenance des bâtiments (volume 2), cela pour des raisons de cohérence de la recherche plutôt que de caractéristiques du bâti comme critère premier de sélection.

2.2 RECOLTE DE DONNEES

Les 19 données nécessaires ont été récoltées pour chacun des quartiers statistiques ci-dessus. Il s'agit tantôt de données INS, tantôt de données produites au LEPUR, souvent sur Arcview (fonds IGN 1/10 000), ou encore de relevés de terrain. Leurs sources sont répertoriées dans le tableau 4 et les résultats de la récolte présentés dans le tableau 5.

Tableau 4 : Sources des données utilisées. Indiquées en gras lorsqu’elles diffèrent des données demandées

Données nécessaires	Sources utilisées	Remarques
Disposition des routes	IGN 1/10 000	Un menu déroulant propose 7 formes de réseau, de l’industriel traditionnel au rural en passant par le rectangulaire et le curviligne
Longueur totale des routes	Production propre à partir de l’IGN 1/10 000 (digitalisation sous Arcview)	Les routes en bordure des quartiers sont comptabilisées pour moitié
Nombre d’intersections	Production propre à partir de l’IGN 1/10 000	Les carrefours en bordure des quartiers sont comptabilisés pour moitié
Longueur totale des grandes voies de communication	Production propre à partir de l’IGN 1/10 000	Sans objet pour notre application : il s’agit des routes à 6 bandes
Longueur totale des pistes cyclables (+ voies)	Relevé de terrain	Les pistes cyclables proprement dites, les tronçons du Ravel et les « voies » cyclables (signes au sol de loin en loin) ont été relevés
Superficie brute totale des terrains	Calcul <i>via</i> Arcview	
Nombre total de logements	INS (1991)	Voir remarque ci-dessous
Types de logements	INS (1991)	Voir remarque ci-dessous. Par manque de données adéquates, les catégories des immeubles à appartements de plus et moins de 5 étages ont été rassemblées en une seule pour nos quartiers et probablement surestimées
Densité d’habitation brute du quartier – rayon d’un kilomètre	Production propre à partir des données INS	Le km est tracé à partir du centre géométrique du quartier
Nombre d’emplois - rayon d’un km	Production propre à partir des données INS	Même remarque. Il s’agit des emplois au lieu de travail
Nombre d’épiceries - rayon d’un km	Relevé de terrain	Même remarque
Taille prévue des ménages	INS (2001)	L’adjectif « prévue » vient du fait que l’outil peut être utilisé pour des quartiers en projet. Dans notre cas, il s’agit simplement de la taille de

		ménages
% prévu de la population de < 16 ans	INS (2001)	Même remarque. Nous avons utilisé la tranche d'âge de 0 à 17 ans fournie par l'INS
Revenu d'emploi moyen prévu par ménage	INS (2002)	Même remarque. Les euros ont été convertis en dollars canadiens (au 28/04/04)
Distance par rapport au centre-ville	Production propre à partir de l'IGN 1/10 000	Le centre ville a été désigné comme étant la Place St-Lambert
Nombre d'emplois dans un rayon de 5 km du centre du quartier	Production propre à partir des données INS	Le km est tracé à partir du centre géométrique du quartier. Il s'agit des emplois au lieu de travail
Distance par rapport à la gare de transport rapide la plus proche	Sans objet	Sans objet pour notre application : il s'agit du métro
Zone urbaine desservie par un train de banlieue (oui / non) *	Production propre à partir de l'IGN 1/10 000 et de données encodées au LEPUR dans le cadre des cartes d'accessibilité	Les gares prises en comptes sont listées ci-dessous
Distance par rapport à la gare de train de banlieue la plus proche *	Production propre à partir de l'IGN 1/10 000 et de données encodées au LEPUR dans le cadre des cartes d'accessibilité	Les gares prises en comptes sont listées ci-dessous
Heures de service des transports en commun dans un rayon d'un kilomètre **	Production propre à partir des données encodées au LEPUR dans le cadre des cartes d'accessibilité et des horaires des bus du TEC Liège-Verviers	Il s'agit du temps TOTAL passé par tous les bus traversant quotidiennement le cercle de 1 km autour du centre du quartier. Voir ci-dessous

La plupart des données datent de 2001 (INS) ou de 2004 (relevés). Pour les données relatives au logement, seules les données INS de 1991 sont disponibles. Elles seront remplacées par celles de l'enquête de 2001 dès que les tableaux par quartiers statistiques seront disponibles.

* Liège-Guillemins, Liège-Palais, Ans, Flémalle-Grande, Flémalle-Haute, Liège-Jonfosse, Herstal, Milmort, Liers, Bressoux, Angleur, Chênée, Sclessin.

** le calcul se fait comme suit. Segments d'itinéraire et arrêts sont digitalisés dans un rayon d'un kilomètre autour du centre du quartier considéré. A partir des horaires TEC officiels, le temps que chaque bus passe dans ce cercle est calculé. Ces temps sont additionnés sur toute la journée.

Tableau 5 : Données recueillies dans les 15 quartiers statistiques

superficie des quartiers (ha)		32,29	20,59	46,59	52,91	34,54	43,22	25,92	38,57	46,25	54,86	27,35	101,30	
Logement	Log tot	765	784	1324	1387	617	275	615	506	359	401	765	237	
	Maison individuelle séparée en %	3,92	2,93	1,89	8,58	10,37	48,00	14,96	15,22	37,33	32,42	11,37	90,30	
	Maison individuelle jumelée en %	1,83	0,89	0,76	4,76	32,90	16,36	10,57	23,12	22,56	54,36	9,02	2,95	
	Maison individuelle mitoyenne en %	17,65	11,48	8,61	40,59	35,66	14,91	61,46	32,21	16,43	8,23	20,78	0,00	
	Appartement + studio en %	76,47	84,69	88,67	46,07	21,07	20,73	12,85	29,25	22,84	4,99	58,82	6,33	
	immeubles d'app de moins de 5 étages													
	immeubles d'app de plus de 5 étages													
nb de pièces / log	2,95	3,14	2,96	3,80	3,96	6,40	4,06	4,18	4,24	4,68	3,12	5,51		
densité d'habitation brute dans un rayon de 1km en ha		32,44	24,17	41,27	16,82	12,38	11,29	12,80	5,45	2,57	7,28	18,83	1,86	
Combinaison de types de log (via modèle canadien)		0,44	0,33	0,27	0,67	0,81	0,78	0,68	0,84	0,86	0,65	0,69	0,23	
Emplois	1km	16380,32	12271,26	9409,03	2086,44	1771,36	4096,02	2810,16	2712,48	267,79	1787,39	2081,26	169,37	
	5km	97112,74	102719,47	103378,38	101671,62	92620,19	97632,48	76838,98	57302,22	25790,55	50827,31	25105,50	8963,04	
Nb épiceries (rayon 1km)		66	41	58	21	17	13	19	8	3	12	25	0	
Taille ménages (2001)		1,47	1,43	1,57	2,00	2,31	2,74	2,07	2,20	2,43	2,51	1,78	2,98	
Moins de 17 ans (pc)		11,78	8,30	11,11	20,01	24,67	17,71	20,88	16,32	20,25	18,48	15,74	26,58	
rev tot / mén en €		13483,54	15309,85	14504,77	21354,54	17813,41	46224,60	18287,73	26738,03	28150,79	34328,54	16732,47	43827,51	
Canadian Dollars (1 CAD = 0,616502 EUR)		21873,05	24835,36	23530,25	34640,66	28897,66	74987,9	29667,86	43376,14	45666,38	55689,95	27144,48	71088,78	
distance au centre (km)		0,54	2,00	1,21	1,40	2,47	3,23	4,90	4,17	5,38	5,72	6,39	9,30	
dist gares (km)	Guillemins	2,73	0,24	2,92	3,58	4,50	1,02	4,14	5,98	7,47	4,61	4,23	7,45	
	Palais	0,68	2,20	1,54	1,21	2,59	3,40	5,31	3,80	5,10	6,11	6,48	9,62	
	Ans	5,12	5,70	6,05	4,64	6,41	6,32	9,65	3,21	5,20	10,28	7,97	12,93	
	Flémalle-grande	8,51	6,75	9,13	8,85	10,45	6,05	10,03	9,37	11,42	9,99	4,31	10,16	
	Flémalle-haute	10,53	8,73	11,15	10,86	12,47	7,96	11,82	11,23	13,30	11,68	5,74	11,27	
dist gares (km)	Liege- Jonfosse	1,51	1,62	2,22	2,05	3,46	2,71	5,31	4,23	5,76	5,99	5,66	9,18	
	Herstal	3,31	5,30	2,67	3,34	1,52	6,42	5,45	5,58	5,33	6,50	9,68	10,86	
	Milmort	5,21	7,72	5,29	4,41	3,75	8,95	9,21	4,10	2,45	10,25	12,10	14,46	
	Liers	5,62	7,97	6,08	4,64	4,92	9,14	10,39	2,69	0,69	11,36	12,01	15,29	
	Bressoux	2,32	3,57	1,39	2,93	1,86	4,60	3,71	5,83	6,25	4,74	7,82	9,01	
	Angleur	4,14	2,58	3,67	5,13	5,14	2,51	1,60	8,00	9,09	2,01	4,95	5,60	
	Chénée	5,16	3,90	4,53	6,13	5,80	3,79	0,53	9,09	10,00	0,78	5,85	5,03	
	Sclessin	4,48	2,01	4,68	5,28	6,27	0,86	4,73	7,38	9,04	4,83	2,46	6,53	
Heures de service TEC		255,83	287,46	222,11	59,58	62,90	108,41	51,03	29,56	9,97	35,49	42,61	0,00	
Scénarios	1 : influence du revenu/mén	5471,55												
	2 : influence dist au centre-ville	63,84												
	3 : desserte en TEC	511,66	574,92	444,21	119,16	125,79	216,81	102,07	59,13	19,94	70,99	85,22	0,00	
	4 : pistes cyclables	1,28	0,84	2,10	1,74	1,81	1,83	1,25	1,37	2,15	1,87	1,35	3,32	
	5 : meilleur ratio épiceries/mén	45,77	46,70	64,58	58,69	26,97	13,00	28,06	23,69	16,11	17,92	34,41	12,62	
	6 : +10%_log/ha	35,68	26,59	45,40	18,50	13,62	12,42	14,08	4,90	2,83	8,01	20,71	2,05	
Véh / mén (valeur 0 par défaut)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Pour la plupart, on est dans des fourchettes de valeurs comparables à celles utilisées pour les 9 quartiers fictifs présentés dans l'étude canadienne (le tableau 6 ci-dessous en atteste). Elles ne diffèrent qu'en quelques points : des densités d'emploi moins élevées dans notre étude de cas (plus petite agglomération oblige ?) et les heures de service des transports en commun (plus élevées). De manière générale, les fourchettes sont plus étendues pour nos quartiers réels par rapport aux quartiers fictifs de l'étude.

Tableau 6 : Fourchettes de valeurs pour les quartiers wallons et canadiens

Variabiles indépendantes	Quartiers fictifs canadiens (9) : fourchettes	Quartiers de l'agglomération liégeoise (15) : fourchettes
Nombre d'intersections / km	3 – 5,2	3,3 – 7,9
Longueur totale des grandes voies de communication (km)	0 – 0,8	Sans objet
Longueur totale des pistes cyclables (km)	0 – 0,5	0 – 2,4
Superficie brute totale des terrains (ha)	32,2 – 45	17,73 – 101,3
Nombre total de logements	165 – 1400	65 – 1387
Types de logements	6 – 100 % maisons ind. isolées 0 – 16 % maisons ind. jumelées 0 – 21 % maisons mitoyennes 0 – 39 % appartements	1,89 – 90,3 % ind. isolées 0,76 – 54,36 % jumelées 0 – 61,46 % mitoyennes 4,99 – 88,67 % appartements
Taille moyenne des lgmt (pièces)	5,2 – 8,5	2,9 – 6,4
Densité d'habitation brute quartier – rayon 1 km (lgmt/ha)	3,7 – 43,5	0,89 – 41,27
Nombre d'emplois rayon d'un km	0 – 7317	29 – 16 380
Nombre d'épiceries rayon d'un km	0 – 15	0 – 66
Taille des ménages	2,8	1,43 – 2,98
% de la population de < 16 ans	21	8,3 – 30,9 (< 17 ans)
Revenu d'emploi moyen / ménage (dollars canadiens)	34 290	15 652 – 74 988 (9649 à 46 225 euros)
Distance par rapport au centre-ville (km)	5 – 30	0,54 – 12,35
Nombre d'emplois dans un rayon de 5 km du centre du quartier	60 000 – 400 000	3 408 – 103 378
Distance à la gare de transport rapide la plus proche (km)	1 – 10	Sans objet
Distance à la gare de train de banlieue la plus proche (km)	2 – 5	0,24 – 9,25
Heures de service des transports en commun dans un rayon d'un kilomètre	5 – 35	0 – 287

Source : SCHL/CMCH (2000) - CPDT

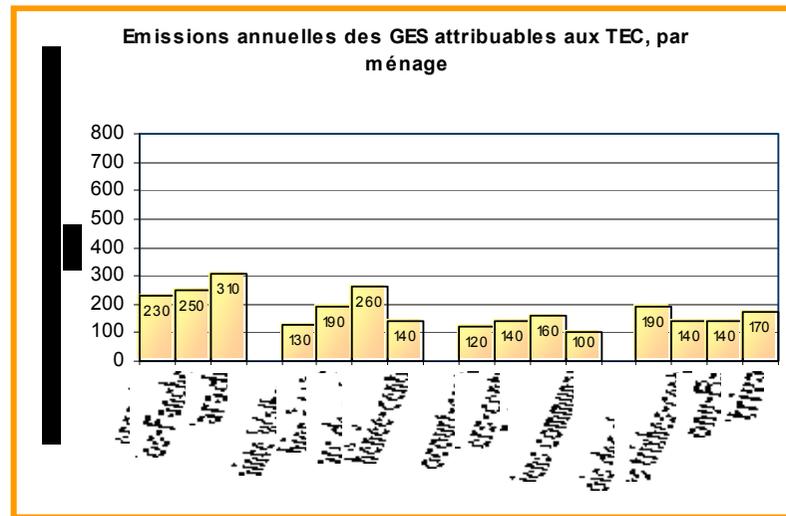
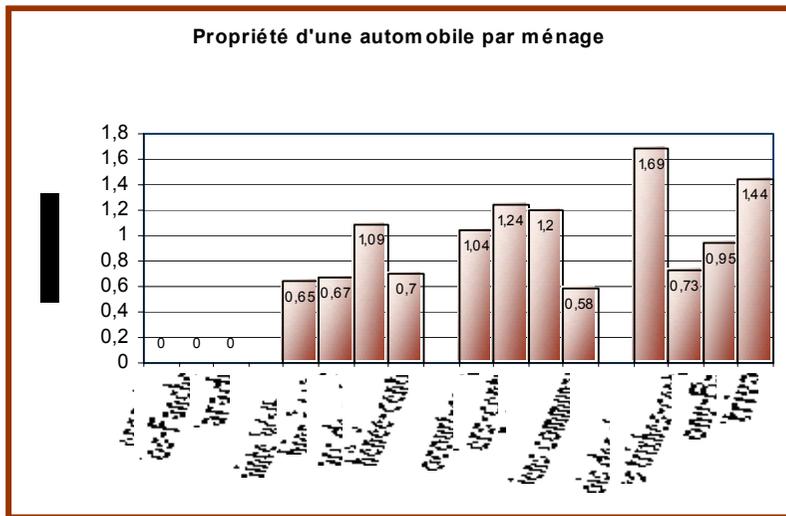
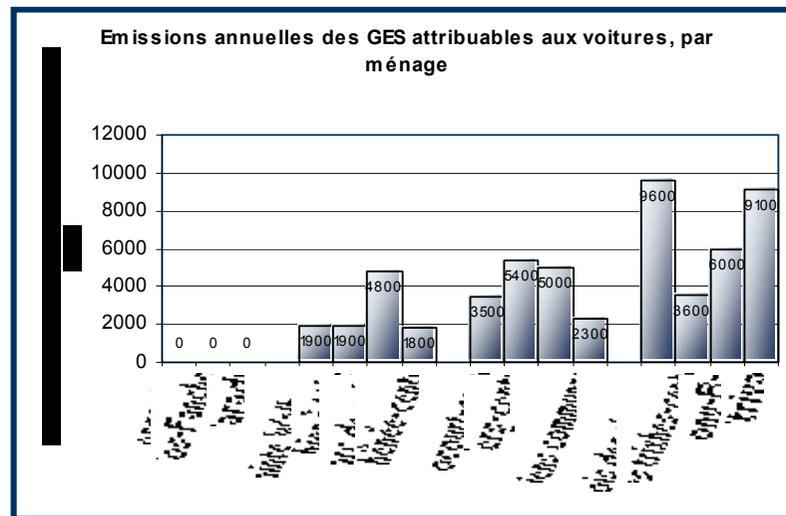
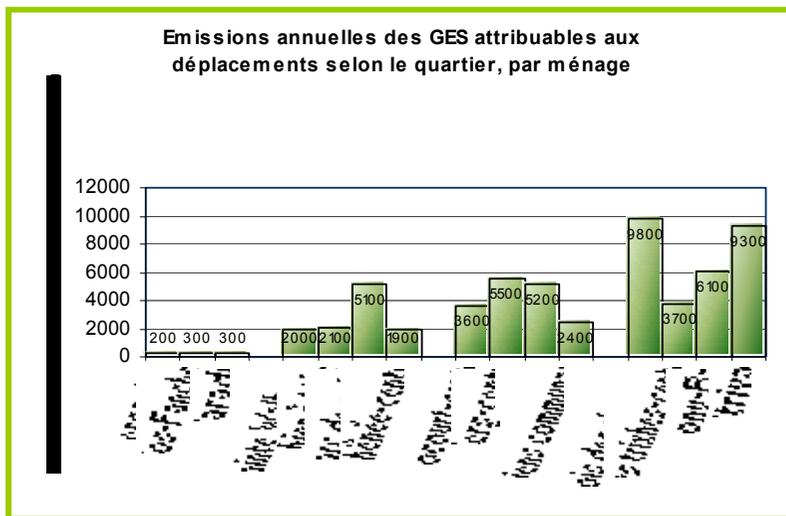
2.3 RESULTATS BRUTS ET COMMENTAIRES

Les quatre graphes suivants (graphes 1 à 12) indiquent les résultats obtenus pour les 15 cas de l'agglomération liégeoise en eqCO₂ (kg) par ménage résident. En valeur absolue, ils sont plus faibles que ceux des quartiers fictifs testés par l'étude canadienne, surtout pour les quartiers très centraux, en raison sans doute des configurations propres aux villes européennes. Mais aussi en raison des taux de motorisation différents : ceux-ci sont significativement plus faibles dans plusieurs quartiers wallons par rapport aux quartiers canadiens. Toutefois, les chiffres absolus méritant correction (voir plus loin), analysons les résultats en termes relatifs avant tout. Quelques constatations générales :

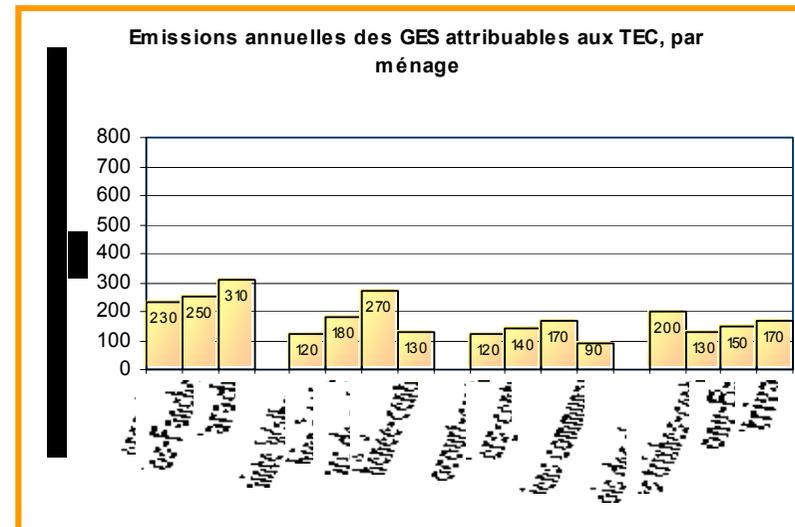
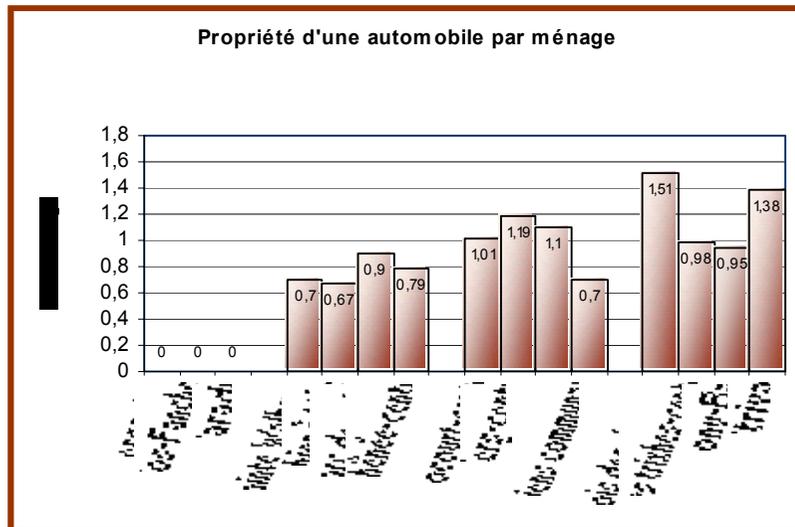
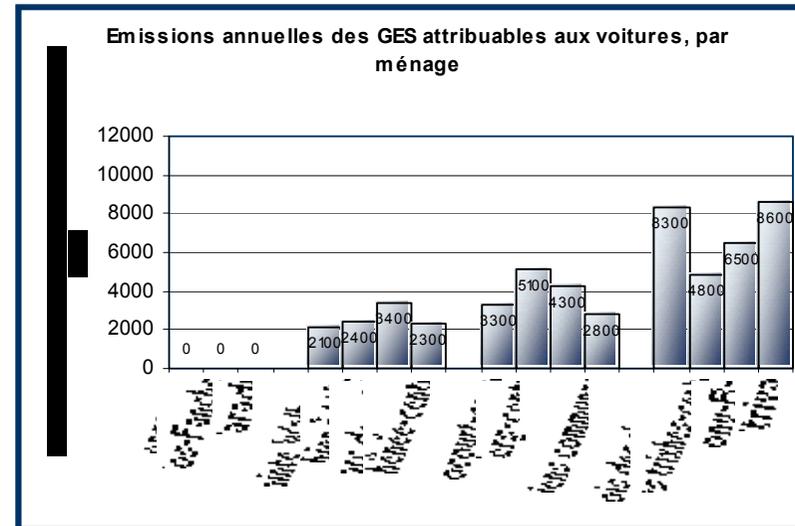
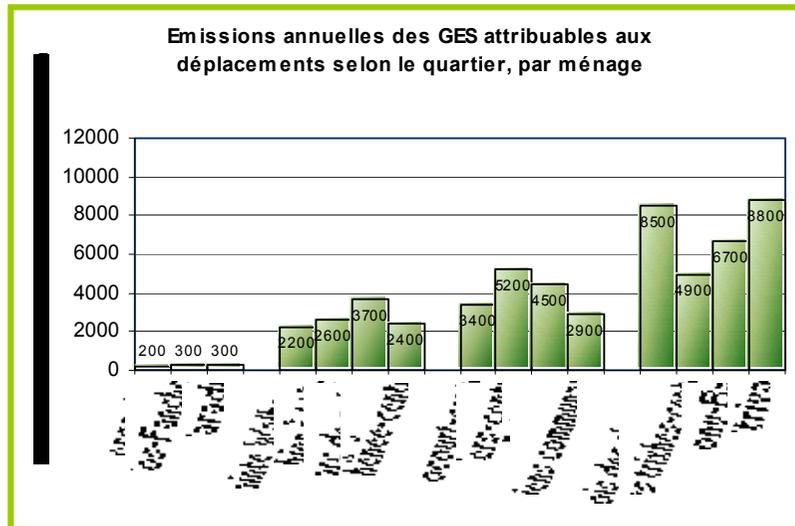
- La centralité des quartiers joue un rôle important dans la génération de déplacements chez ses habitants et par voie de conséquence dans les émissions qui en découlent : plus on s'éloigne du centre-ville, plus elles augmentent (**graphe 1**). Elle joue même à toutes les échelles : dans chaque groupe, les quartiers les moins émetteurs sont les petits centres secondaires ou villageois.
- La densité et la mixité représentent à première vue un second facteur d'influence : à l'intérieur de chaque groupe, les petits centres secondaires ou villageois correspondent justement aux quartiers les moins monofonctionnels, où l'on trouve des épiceries par exemple (**graphe 1**).
- La desserte en transports en commun, couplée aux trois facteurs déjà cités (centralité, densité, mixité) pour des raisons de rentabilité, contribue à la réduction des émissions totales. Son **graphe (4)** est comme le négatif du premier, à cela près que les émissions totales sont beaucoup plus faibles : elles se mesurent en centaines de kg, tandis qu'on note un facteur 10 fois plus haut de l'autre côté.
- Ceci explique que le **graphe 1** est assez proche du **graphe 2** : la plus grande part des émissions attribuables aux déplacements des ménages provient en effet des voitures. A ce propos, on voit la similitude entre les **graphes 2 et 3** : le taux de motorisation conditionne grandement les émissions attribuables aux voitures, et est lui-même fortement lié au revenu des ménages.
- Dans ce cadre, nous avons répété les calculs en attribuant à tous les ménages le même revenu (comme l'étude canadienne avait d'emblée opéré d'ailleurs). On en voit les résultats sur les **graphes 5, 6 et 7**. Cette influence éliminée, les résultats paraissent plus lissés : un même revenu entraîne une diminution de la variabilité dans le taux de motorisation et partant, un lissage des émissions.
- Si l'on attribue à présent la même distance au centre à tous les quartiers (**graphes 9-12**), le graphe des émissions totales se fonde quasiment, en écarts et en valeurs absolues, à celui des émissions voiture, lui-même reflet du graphe des taux de motorisation.
- Les résultats de base (figures 2 à 5) et les tests (graphes 5 à 12) rejoignent l'analyse de sensibilité présentée plus haut et mettent en évidence les variables au pouvoir explicatif le plus élevé. Il s'agit de la distance au centre et du taux de motorisation (lui-même fortement dépendant du revenu).

Ceci nous indique que **l'aménagement du territoire et l'urbanisme influencent la génération d'émissions en provenance du transport de personnes mais sont loin d'en être les seuls facteurs explicatifs** : le niveau de vie et la composition du ménage jouent un rôle déterminant. De plus, ils agissent surtout par une variable sur laquelle on a peu d'influence, du moins pour l'urbanisation déjà existante : la distance au centre. Des politiques isolées d'aménagement du territoire auraient donc probablement des effets limités.

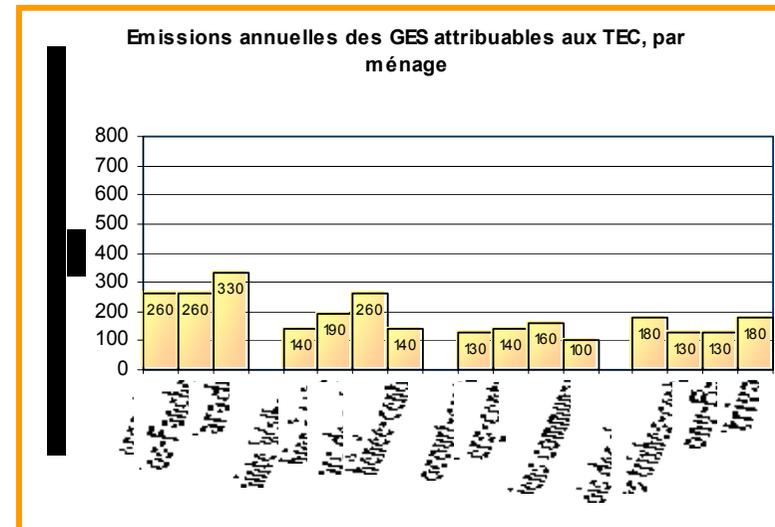
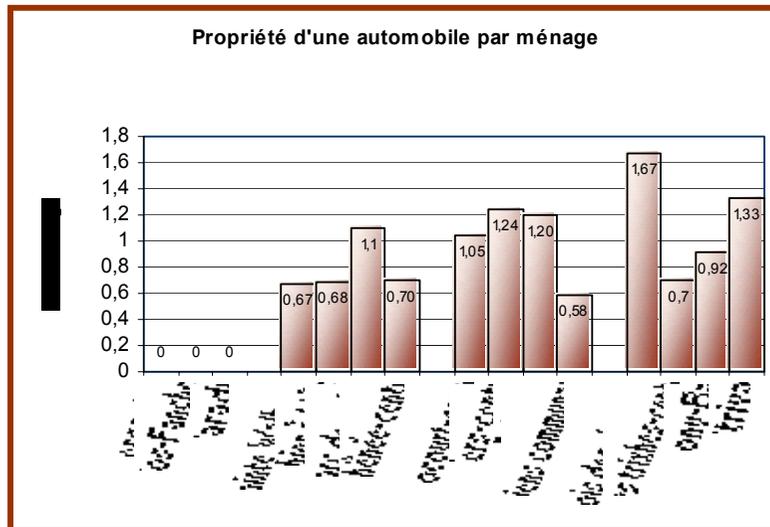
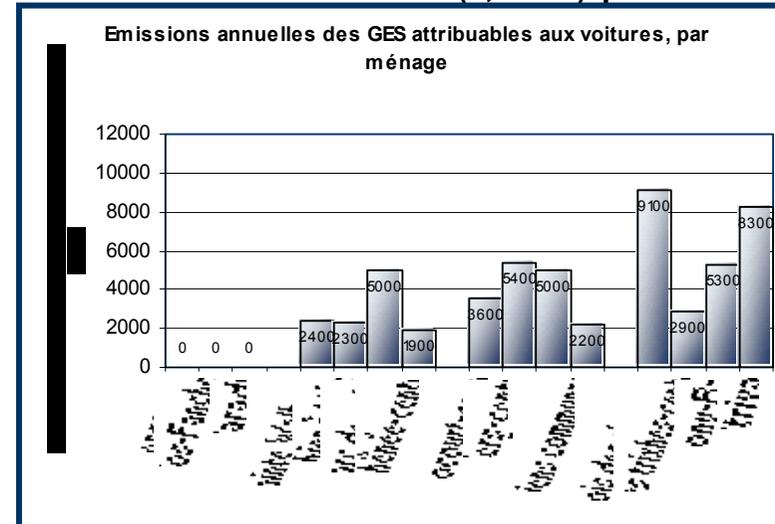
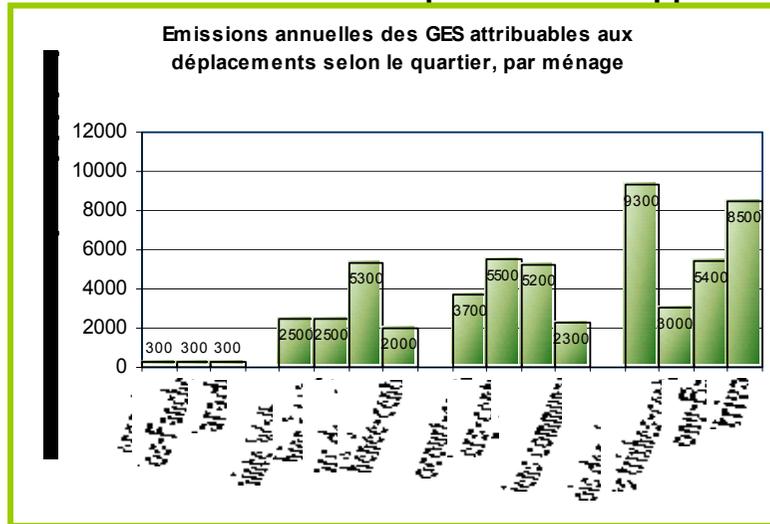
Emissions de GES / quartiers



Emissions de GES/quartier en supposant le même revenu par ménage (38588,1 CAD) pour tous les quartiers



2.3.1 Emissions de GES/quartiers en supposant la même distance au centre ville (5,4 Km) pour tous les quartiers



2.4 RESULTATS AMELIORES

2.4.1 Commentaires sur les biais obtenus au niveau des résultats bruts

En appliquant le logiciel canadien aux quartiers liégeois, tout se passe comme si les ménages wallons avaient les mêmes comportements que les Canadiens en matière de déplacements, et les véhicules wallons (en particulier les voitures) étaient aussi polluants que les véhicules canadiens. Or, ce n'est pas le cas. Les résultats bruts obtenus sont donc biaisés, directement par leur méthode de calcul d'une part (régressions établies sur base d'un enquête ménages à Toronto) ; par l'emploi de chiffres propres au contexte canadien d'autre part (consommation et émissions des véhicules).

La comparaison, chiffres à l'appui, entre les situations belge et canadienne permet d'apprécier en quoi les émissions de gaz à effet de serre liées au transport et les comportements de mobilité diffèrent entre la Région wallonne (voire l'agglomération de Liège) et le terrain d'étude canadien, et permet ainsi de juger des biais obtenus au niveau des résultats. Elle est présentée ci-dessous : l'élaboration de l'outil datant de **1996**, les données, du moins pour le Canada, datent souvent de cette époque.

2.4.1.1 Le transport dans les émissions de CO₂

Le Canada est le neuvième pays le plus émetteur de CO₂ au monde en raison notamment d'une économie à forte intensité énergétique. Ses émissions s'élevaient en 2001 à **16 tCO₂ / habitant**, contre 12 pour la Belgique¹.

Le rapport annuel canadien pour la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques nous apprend qu'en 1999, 80,3% des émissions des GES proviennent de la consommation de combustibles pour la production d'énergie. Le secteur des transports y représente la plus grosse part, avec 33,7 % (=189 Mt), soit **27,1 % des émissions totales**, c'est-à-dire le plus gros poste de tous. En 10 ans (depuis 1990), les émissions imputables au transport ont grimpé de 23,7 % pour être responsables de 40% de l'augmentation totale des émissions au Canada. Les raisons en sont l'augmentation du transport de marchandises et des changements dans le parc : augmentation du nombre de véhicules en circulation (+12%), progression des utilitaires légers (dans les ménages notamment) et des poids-lourds diesel. Par ailleurs, on apprend qu'en 2010, les émissions dues au transport devraient dépasser de 33% celles de 1990.

En Région wallonne, le projet de Plan Air² (mai 2002) indique que 71% des émissions totales de GES proviennent de la combustion de combustibles fossiles. Le transport représente **18,3% des émissions de CO₂** (8 750 kt) ; ou encore 8 984 kt éqCO₂ en termes d'émissions totales, parmi lesquelles 92,9% sont produites par le transport routier. On attend, de 1990 à 2010, une croissance de 30% des émissions en provenance du transport si aucune mesure particulière n'est prise. Au niveau belge, les émissions de CO₂ dues au transport représentent 19% du total d'après la troisième communication nationale aux Nations-Unies de 2002 ; elles ont augmenté de 21,5% en 10 ans.

En résumé :

- Le transport est responsable d'une plus grande part des émissions de GES tant au Canada qu'en Belgique ou en Région wallonne. Il représente un peu plus de **4 t/hab** d'un côté, et un peu plus de **2 t/hab** de l'autre ;

¹ Gouvernement du Canada (2001).

² Source : DGRNE 1999 (Corinair). Le Plan Air wallon a été adopté le 17 juin 2004 par le Gouvernement wallon.

- La croissance des émissions, aussi bien depuis 1990 qu'en projection à l'horizon 2010, est en revanche comparable (+22-23% en 10 ans, +30% attendus de 1990 à 2010).

2.4.1.2 Les taux de motorisation

*Le nombre de propriétaires de voiture est élevé au Canada, en grande partie pour des raisons de nécessité (étalement urbain et longues distances à franchir entre les centres urbains), mais aussi pour des raisons de commodité et de confort. L'Enquête Nationale sur l'utilisation des véhicules privés de 1994-1996 indique une moyenne de **1,3 véhicules par ménage**. 45% de ces ménages possédaient au moins un véhicule léger et 36% d'entre eux possédaient deux véhicules ou plus³.*

En Belgique, le taux de motorisation est de 1,08 / 1,09 véhicule par ménage (DIV / MOBEL 95-98). Il s'élève à **1,07 véhicule par ménage en Région wallonne** et à 1,07 en Province de Liège⁴. A Liège même, il est de **0,8**⁵.

Au sein du Grand Toronto (*Greater Toronto Area* ou *GTA*), **83%** des ménages possèdent au moins un véhicule en 1996, et 84% en 2001. Ces chiffres sont respectivement de **74 %** et **75 %** pour la ville de Toronto. En Région wallonne, on est à **81%** suivant MOBEL et à 77% d'après l'enquête régionale plus récente ; et enfin à **65%** à Liège⁶.

Le taux de motorisation est par conséquent plus élevé au Canada qu'en Région wallonne, et en particulier à Toronto qu'à Liège. Selon toute vraisemblance, cela devrait entraîner un usage plus marqué de la voiture là-bas qu'ici, le taux de motorisation étant un déterminant important des choix modaux et de la mobilité totale.

Quant à la **part des dépenses des ménages** consacrées au transport, elle est comparable à celle rencontrée en Belgique et en Wallonie, que ce soit pour tout le Canada ou dans la région métropolitaine de Toronto⁷ : entre 13 et 14%.

2.4.1.3 Les consommations énergétiques des véhicules

Les véhicules canadiens consomment significativement plus de carburant que ceux utilisés en Europe : **11,3 l / 100 km** outre-atlantique⁸ en moyenne, contre **7 à 8 l / 100 km** environ chez nous. En effet en Belgique, d'après Hubert et Toint (2002) on serait à 7,2 l pour le parc diesel et à 8,6 l pour les véhicules à essence. Pour la totalité du parc automobile, la SNCB estime une moyenne de 7 l⁹ et le MET de 8,6 l¹⁰ pour les autos diesel.

³ Gouvernement du Canada (2001).

⁴ D'après Hubert et Toint (2002).

⁵ Ville de Liège (2004).

⁶ Ville de Liège (2004).

⁷ Statistiques du Canada (2002).

⁸ SCHL/CMCH (2000).

⁹ SNCB (2001).

¹⁰ MET (2002).

Ces consommations, qui diffèrent de 30% environ, entraînent des émissions de CO₂ par kilomètre plus élevées au Canada. D'ailleurs, le facteur d'émissions utilisé par la SCHL s'élève à **267 g CO₂ / véh-km**, ou encore 294 g GES / véh-km, tandis que le facteur d'émission moyen du parc européen était en 2000 de **200 g CO₂ / véh-km**¹¹ grâce aux nouvelles performances énergétiques. Les nouvelles voitures émettaient quant à elles 160 g de CO₂ par véh-km en 2003¹². Nous y reviendrons au point 2.4.2.4 (corrections). Rappelons que les constructeurs d'automobiles se sont engagés, avec les accords européens, à ramener les émissions à **140 g/ km** à l'horizon 2008.

Quant aux émissions des transports en commun, nous y revenons également au point 2.2.4.2.

2.4.1.4 Les densités urbaines

On se trouve de part et d'autre dans des organisations spatiales et des niveaux d'échelle très différents. Le Canada, étendu sur quasiment 10 millions de km², compte 31 millions d'habitants, principalement concentrés dans les villes et agglomérations. Ainsi le Grand Toronto (territoire de l'enquête ménages de base de l'outil) représente, en 1996, 4 926 400 habitants et la ville de Toronto 2 305 600¹³.

Par ailleurs, les densités urbaines canadiennes sont plus faibles que dans les villes européennes. Ceci se répercute sur les taux de motorisation, la mobilité motorisée et le niveau des émissions en provenance du transport. Les travaux de NEWMAN et KENWORTHY (1999) sur les consommations énergétiques en lien avec les densités urbaines le résument bien. La figure 4 ci-dessous indique les consommations de carburant consacrées au transport des habitants, par personne, en fonction des densités (habitants / ha) sont indiquées. Toronto (40 hab / ha) consomme environ 30 000 MJ / personne, contre 20 000 environ pour Bruxelles (80 hab/ ha). La corrélation entre dépenses énergétiques et densités existe, que l'on utilise les consommations réelles des véhicules ou que l'on attribue à tous la même efficacité énergétique ; la corrélation existe même en éliminant l'impact des différences de motorisation entre véhicules des différents continents. Nous venons de voir que les voitures nord-américaines sont plus gourmandes que les européennes.

Cela se répercute bien entendu sur les émissions de CO₂ comme le montre la figure 5. Les villes y sont regroupées par continent, mais Toronto apparaît individuellement. Les émissions liées au transport y sont **30% plus élevées** que dans les villes européennes.

Nous retiendrons qu'*a priori* et à tout le moins, les régressions produites par la recherche de la SCHL rendent compte des comportements attendus dans les grandes métropoles nord-américaines. En regard, un modèle qui aurait été construit à partir d'une enquête ménages à Liège (185 000 habitants ; 500 000 dans sa région urbaine) n'aurait certes pas donné les mêmes régressions, que ce soit au niveau des variables, de leur pouvoir explicatif et des coefficients affectés à chacune d'elles.

¹¹ Institut français de l'environnement (2000).

¹² Anonyme (2004).

¹³ www.jpint.utoronto.ca/gta01/GTA.html.

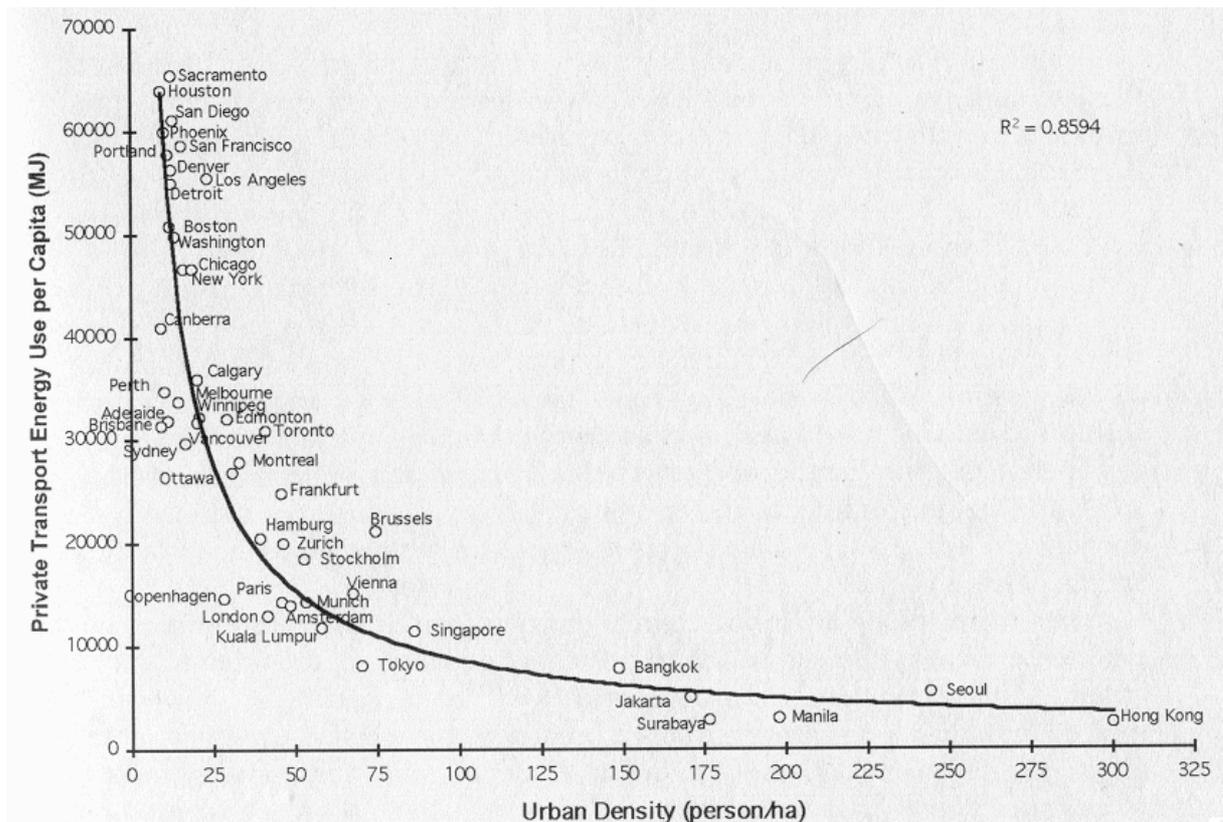


Figure 4 : Consommation d'énergie par le transport privé en fonction de la densité des villes

Source : NEWMAN P., KENWORTHY J. (1999)

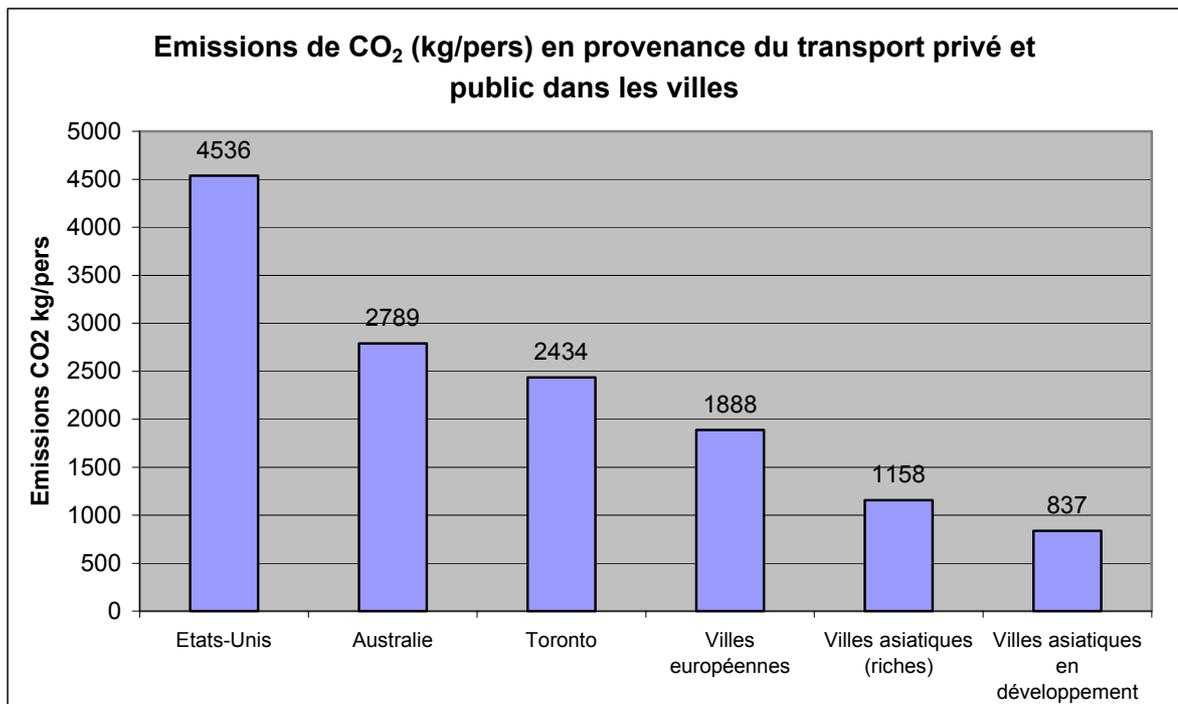


Figure 5 : Émissions de CO₂ dans différents groupes de grandes villes

Source : d'après NEWMAN P., KENWORTHY J. (1999)

2.4.1.5 La mobilité quotidienne

Ce sont surtout les distances parcourues en *modes motorisés*, et particulièrement en voiture, qu'il est intéressant de comparer. Nous n'avons repris ici que des données d'ordre général car les chiffres détaillés de part et d'autre ne sont pas comparables (méthodologies, unités de mesure et méthodes d'enquête différentes) ou non disponibles pour les entités qui nous occupent (Wallonie, Liège, Canada, Toronto).

Ainsi, en 1994-1996, chaque véhicule privé canadien parcourait annuellement, en moyenne, 17 500 km. Cela correspond à **22 000 km par an et par ménage** étant donné le taux de motorisation de 1,3 véhicule par ménage. Dans les environnements urbains, ces chiffres sont plus faibles, comme indiqué dans le tableau 7 ci-dessous.

En Belgique¹⁴, les résultats de MOBEL permettent de *calculer* des moyennes proches de 15 000 km/an/véhicule et **16 200 km/an/ménage**, chiffres en deçà des *estimations* faites par les ménages lors de cette même enquête. Celles-ci aboutissent à une moyenne de 17 900 km/an/véhicule ou 19 332 km/an/ménage (taux de motorisation de 1,08 par ménage). Hubert J-P. et Toint P. (2002) notent que ces derniers chiffres sont surestimés ; toutefois ils permettent de visualiser les disparités suivant le type d'habitat, disparités reprises dans le tableau ci-dessous.

En conclusion, retenons que les véhicules privés belges parcourent par an une distance totale inférieure de **14%** aux distances parcourues par leurs homologues canadiens ; et que chaque ménage belge se déplace annuellement, à bord de son / ses véhicule(s), sur une distance de **26%** inférieure à la distance parcourue de la même manière par chaque ménage canadien.

Les chiffres de la seconde partie du tableau peuvent difficilement être comparés, les échelles étant différentes (échelle de la ville d'un côté, et infra-ville de l'autre). Par ailleurs, les chiffres belges de l'enquête de 1999 seraient surestimés.

Tableau 7 : Kilométrages annuels parcourus en voiture en Belgique et au Canada

Canada (1994-1996)	Belgique (1999)
17 500 km / véhicule 22 000 km / ménage	MOBEL : 15 000 km / véhicule 16 200 km / ménage Enquête 1999 (surestimation) : 17 900 km / véhicule 19 330 km /ménage
Régions urbaines (Toronto inclus) : 17 748 km / véh 19 416 km / mén Autres centres urbains : 16 390 km / véh 21 040 km / mén Région rurale : 19850 km / véh 30 020 km / mén	(Chiffres non comparables avec ceux de gauche) Agglomération : 17 700 km / véhicule Banlieue : 18 400 km / véhicule Zone migratoire : 18 900 km / véhicule Rural : 16 900 km / véhicule

Sources : OFFICE DE L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE (2000), Hubert J-P. et Toint P. (2002)

¹⁴ Hubert J-P. et Toint P. (2002).

Quant aux parts modales en nombre de trajets (tableau 8), elles sont plus élevées pour la voiture, conducteur et passager confondus, au Canada qu'en Belgique, surtout à l'échelle des deux villes. Cela probablement au détriment des modes lents du côté canadien, alors que les transports en commun y remportent plus de succès. Ces différences dans les partages modaux n'ont pas *a priori* de liens directs avec les émissions, car celles-ci dépendent surtout des distances parcourues en modes motorisés, et beaucoup moins du nombre de trajets entrepris.

Tableau 8 : Parts modales en nombre de trajets à Liège et à Toronto

Mode de déplacement principal	Wallonie	Liège	Grand Toronto	Ville de Toronto
Voiture conducteur	50,9 %	40,3 %	62 %	53 %
Voiture passager	23,3 %	17,7 %	16 %	15 %
Bus ou Local transit	2,6 %	10,6 %	12 %	22 %
Train ou GO Train	0,7 %	1,5 %	1 %	0 %
Marche à pied	17,9 %	27,5 %	Non précisé (9 % restants)	Non précisé (10% restants)
Deux-roues	2,9 %	0,8 %		

Sources : d'après VILLE DE LIÈGE (2004) et UNIVERSITY OF TORONTO (2003) (chiffres pour 1996)

Pour terminer, signalons que les **taux d'occupation** des véhicules automobiles sont relativement semblables dans les deux pays. Selon Hubert et Toint (2002), nous connaissons le taux d'occupation des voitures en Wallonie par type de jour. En appliquant à ces données une moyenne pondérée, on obtient un taux d'occupation de **1,47**¹⁵. Le chiffre utilisé dans l'étude canadienne est de **1,4**.

2.4.2 Corrections proposées en vue de se rapprocher de la situation wallonne

Il est à présent possible d'introduire dans les calculs canadiens des corrections en vue de se rapprocher des émissions de CO₂ réelles produites par les résidents wallons lorsqu'ils se déplacent. Au vu de l'analyse comparative ci-dessus, deux corrections risquent d'influencer sensiblement les résultats obtenus : l'une porte sur les taux de motorisation des ménages, l'autre sur les facteurs d'émissions des véhicules. Nous les introduisons en priorité. Par ailleurs, il est également possible d'améliorer les résultats en corrigeant le facteur d'expansion (qui permet d'exprimer le résultat final en valeur annuelle). Ces trois corrections sont présentées plus en détails ci-après.

Malheureusement, faute de données, en particulier sur les taux de motorisation par secteur statistique pour 2001, ces corrections n'ont pas pu être introduites et l'application du logiciel canadien à des variables corrigées a dû être momentanément suspendue. Les trois corrections proposées sont néanmoins présentées ci-après et les difficultés rencontrées sont mises en évidence.

2.4.2.1 Taux de motorisation réel

Au lieu d'utiliser les valeurs prédites par le sous-modèle du logiciel – basé sur les comportements canadiens – nous pouvons y introduire directement les taux de motorisation réellement observés en Région wallonne en reprenant les résultats de l'enquête socio-économique de 2001.

¹⁵ $(1,39 \times 186 + 1,40 \times 69 + 1,64 \times 110) / 365 = 1,47$

Cependant à ce jour, ces données ne nous sont pas encore parvenues : elles devraient être disponibles début 2005. Si les délais devaient se prolonger, nous avons réfléchi à diverses manières de résoudre le problème :

- Utiliser les données du recensement de 1991 : le biais qu'elles entraînent est toutefois problématique. Elles peuvent certes servir pour démonstration, mais ne constituent pas une solution définitive.
- Utiliser les données du « zoom » sur Liège de l'enquête régionale sur la mobilité des ménages. L'IWEPS nous les a communiquées. Malheureusement nos 15 secteurs ne contiennent, en tout, que 62 ménages répondants. Leur représentativité n'est donc pas suffisante. Nous réfléchissons à la possibilité de fusionner plusieurs secteurs pour atteindre la représentativité sans biaiser l'information.
- Produire des taux de motorisation à partir d'une projection des chiffres de 1991. Cela pourrait se faire à partir de l'évolution du revenu des ménages, les deux étant liés.

L'obtention des résultats de l'enquête socio-économique de 2001 reste bien entendu la meilleure et, en termes de recherche, la plus rapide des solutions. Notons qu'en raison de la forte variabilité spatiale des taux de motorisation à l'intérieur d'une région urbaine, l'emploi des chiffres communaux serait méthodologiquement problématique.

2.4.2.2 Facteurs d'émissions

a) Correction proposée pour les véhicules privés

Pour les voitures, nous avons vu les différences importantes entre les consommations des véhicules nord-américains et européens ; 11,3 l / 100 km¹⁶ d'un côté contre 7 à 8 l / 100 km de l'autre (7,2 l pour le parc diesel et à 8,6 l pour les véhicules à essence¹⁷). En conséquence, le facteur d'émissions canadien s'élève à 267 g CO₂ / véh-km, ou encore 294 g GES / véh-km, tandis que le facteur d'émissions moyen du parc européen était en 2000 de 200 g CO₂ / véh-km¹⁸ et celui des nouvelles voitures de 160 g en 2003¹⁹. En approximation, à partir de ces deux derniers chiffres et sachant que le CO₂ représente neuf dixièmes des émissions de GES en transport, nous choisirons comme facteur d'émissions corrigé pour nos calculs **200 g éqCO₂ / véh-km**.

L'alignement sur les données de la DGRNE n'a pas été possible. Celle-ci emploie COPERT III pour ses calculs d'inventaires, lequel utilise des facteurs d'émissions (g CO₂/l) ventilés par *type de véhicule* et par *type de route*. Quant au volume total de carburant utilisé, il n'est pas calculé à partir des kilométrages, mais estimé à partir du volume de carburant *vendu* sur le territoire. Cette approche est actuellement incompatible avec la nôtre, qui exige un facteur d'émissions moyen par kilomètre, tous types de véhicules et de routes confondus. La réagrégation des données pour obtenir les kilométrages totaux parcourus sur le réseau par les véhicules particuliers ne peut se faire qu'à l'aide de la clef de répartition des kilométrages par type de route et de véhicule. Celle-ci, extraite des données du Recensement de la Circulation et des données de parc INS, n'est actuellement pas disponible à la DGRNE. Elle le sera en novembre 2004.

b) Correction proposée pour les transports en commun

¹⁶ SCHL/CMCH (2000).

¹⁷ Hubert et Toint (2002). De son côté, la SNCB (2001) estime une moyenne de 7l pour la totalité du parc, et le MET (2002) 8,6l pour les voitures diesel.

¹⁸ Institut français de l'environnement (2000). Les accords européens avec les constructeurs prévoient de ramener les émissions à **140 g/ km** d'ici 2008.

¹⁹ Anonyme (2004).

La correction des facteurs d'émissions des voitures est primordiale étant donné que ce mode détermine en très grande partie les émissions totales. Toutefois une correction similaire est possible pour les transports en commun. Vu que l'outil canadien estime des voyageurs.kilomètres (voy-km ou PKD) tous transports en commun confondus par ménage, avant de les multiplier par les facteurs d'émissions, la correction exige que l'on connaisse :

- les parts modales des différents modes collectifs dans les quartiers wallons ;
- les taux de remplissage moyens des différents modes pour la Wallonie ET Toronto ;
- les facteurs d'émissions par PKD des bus et des trains en Wallonie.

Les deux premières données permettent de redistribuer le résultat total en PKD entre le bus et le train et de le traduire en PKD « wallon » en passant par les véhicule.kilomètres (véh-km ou VKD) grâce aux taux de remplissage de part et d'autre. La troisième donnée remplace simplement les facteurs d'émissions canadiens par des facteurs plus proches de notre réalité. Ainsi la correction est double (parts modales et facteurs d'émissions) et nécessite l'utilisation d'une donnée supplémentaire : les taux de remplissage.

Parts modales des transports en commun

Il existe plusieurs possibilités d'estimer les parts modales des transports en commun dans chacun des quinze quartiers choisis :

- soit on se base sur les données INS ; cependant elles concernent uniquement les trajets domicile-travail et ne sont pas encore disponibles pour 2001 ;
- soit on utilise le modèle d'estimation des parts modales des différents modes en tout point du territoire wallon, modèle développé au LEPUR (et dont certaines cartes sont présentées dans ce rapport) ; le calcul d'une moyenne par quartier statistique est possible. Cependant l'outil est lui aussi calé sur les données de 1991, faute de mieux ;
- soit on utilise la technique canadienne, qui attribue à chaque mode sa part de marché par une équation simple de régression avec pour variable principale la distance aux arrêts ;
- soit on applique les parts modales moyennes sur base de l'enquête relatée dans Hubert et Toint (2002).

Les quatre méthodes sont insatisfaisantes : les deux premières par l'ancienneté des données dans un domaine en forte évolution, la troisième par une non-adaptation à la réalité wallonne, la dernière parce qu'elle annihile l'influence des parts modales, lesquelles varient justement de quartier à quartier. Pour ces raisons, nous avons choisi d'attendre les données INS 2001, qui devraient être disponibles début 2005.

Taux de remplissage

- Pour les bus, sur base de données transmises par le TEC Liège-Verviers pour l'année 2003, le taux d'occupation des bus pour cette agglomération peut être estimé en divisant les voyageurs-km par les véhicules-km (bus régie + bus loueurs + bus scolaires) ; on obtient ainsi un taux moyen de **10 personnes par bus**.
- Pour les trains, la SNCB considère différents taux d'occupation suivant le type de train et le moment de la journée²⁰. Ainsi, par exemple, un Thalys est généralement rempli à 70% et représente 264 voyageurs, tandis qu'un IC en heure de pointe représente 549 passagers, contre 156 en occupation moyenne... Nous n'avons pas encore obtenu de chiffre moyen pour la totalité du parc de véhicules.

Facteurs d'émissions

²⁰ SNCB (2001)

- Pour les bus, l'étude canadienne utilise un facteur d'émissions de **81 g CO₂ par PKD** (SCHL p. 42). En Région wallonne, on peut estimer comme suit le facteur moyen d'émissions de CO₂. Sur base de données 2003 transmises par la SRWT (consommation de diesel des bus TEC régie, distances parcourues par ces mêmes bus et taux d'occupation d'un bus)²¹, on obtient une consommation moyenne de 0,05 l de diesel par voy-km. Sur base d'informations transmises par la DGRNE²², on multiplie cette consommation de diesel par 0,03629 (pour obtenir des gigajoules par dm³) et par 73,3 kg (pour obtenir les émissions de CO₂). On obtient ainsi un facteur moyen de **121 g CO₂ par voy-km**, ce qui est supérieur au facteur d'émissions des bus canadiens.
- A propos des trains, il faut savoir que leurs émissions ne sont pas comptabilisées sous le poste « transports » dans les inventaires « Kyoto », mais bien dans la production d'électricité. Cela dit, il existe encore en Région wallonne des trains à traction diesel. L'étude canadienne utilise comme facteurs d'émissions 22 g CO₂ par voy-km pour le métro et **47 g CO₂ par voy-km pour le train de banlieue**. Dans notre étude quartiers, le métro est sans objet. Quant aux trains, l'IWEPS a calculé des facteurs d'émissions moyens par voy-km à partir de données SNCB et Electrabel. Il s'élèverait à 38,1 g éqCO₂ par voy-km pour la Wallonie en 1999²³ et à 31,3 g éqCO₂ par voy-km pour la Belgique en 2001. Il s'agit plus précisément, en Région wallonne, de 35,38 g pour la traction électrique et de 87,54 g pour la traction diesel. Il faut noter que, les émissions de GES autres que le CO₂ étant négligeables, ces facteurs en éqCO₂ sont en fait calculés uniquement à partir des émissions de CO₂. Ces chiffres sont en-deça des 47 g avancés pour les trains de banlieue au Canada. La quasi totalité des lignes « voyageurs » étant électrifiées en Wallonie, nous prendrons comme facteur de référence **35,38 g CO₂ par voy-km** en vue des corrections.

2.4.2.3 Facteurs d'expansion

Dans le modèle canadien, les émissions de gaz à effet de serre sont tout d'abord calculées pour des déplacements réalisés durant un jour de semaine. Par la suite, ces résultats sont exprimés sur une base annuelle en appliquant des taux d'expansion qui tiennent compte de la distance quotidienne parcourue selon le type de jour et selon le mode utilisé. Sur base des résultats de l'enquête-ménages menée dans la région du Grand Toronto, ces taux sont de **390 et 300**, respectivement pour les déplacements en voiture et pour les déplacements en transport en commun (SCHL, 2000, p. 41-42). Ils sont tantôt supérieurs et tantôt inférieurs au nombre de jours que comprend une année. Cela signifie donc qu'en voiture, on parcourt des distances plus importantes durant les WE et les jours fériés que durant un jour de semaine. Par contre, lorsqu'on se déplace en transport en commun, les distances parcourues sont en moyenne moins importantes durant les WE et jours fériés que durant un jour de semaine.

²¹ En 2003, la consommation des TEC s'est élevée à 33.366.215 litres de gasoil et ces mêmes bus ont parcouru 73.155.155 km (en charge et à vide). On obtient ainsi à une consommation pour les bus de 0,46 l de diesel par veh-km. En supposant un taux d'occupation de 10 voyageurs par bus (estimation sur base de données du TEC Liège-Verviers), on obtient une consommation de 0,05 l par voyageur-km (qui tient compte aussi de la consommation des bus roulant à vide).

²² On sait que la densité du diesel est de 0,85 tonne de diesel par m³ et qu'il y a 42,7 gigajoules par tonne de diesel (et donc, on obtient 36,29 gigajoules par m³ de diesel). On sait par ailleurs qu'il y a 3068,338 kg CO₂ par tep de gasoil et qu'une tonne équivalent pétrole (tep) = 41,86 gigajoules (et donc, on obtient 73,3 kg de CO₂ par gigajoule de diesel).

²³ Communication personnelle d'O. Biernaux, IWEPS, 17/06/04, calculs inédits.

Dans notre application à des quartiers liégeois, ces facteurs d'expansion peuvent être corrigés en introduisant les résultats de l'enquête sur la mobilité quotidienne des Belges (Hubert et Toint, 2002) relatifs aux distances quotidiennes parcourues selon le type de jour de l'année par les ménages wallons. Le facteur d'expansion corrigé s'obtient en appliquant une pondération (p_i) en fonction de la distance quotidienne parcourue selon le type de jour de l'année (d_i) et selon le mode utilisé. Autrement dit, il suffit d'effectuer le calcul suivant en distinguant respectivement les déplacements en voiture et les déplacements en transport en commun (métro, tram, bus, train) :

somme des $x_i p_i$ (i variant de 1 à 4)

avec x_1 : nombre de jours ouvrables en période scolaire

x_2 : nombre de jours ouvrables en vacances scolaires

x_3 : nombre de jours fériés en période scolaire

x_4 : nombre de jours fériés en vacances scolaires

p_i : pondération à introduire pour le jour i

= d_i / distance quotidienne parcourue pour le jour ouvrable en période scolaire

Tableau 9 : Calculs des taux d'expansion à partir des comportements de mobilité des ménages wallons

	Distances (d_i)		Pondération (p_i)		Nombre de jours (x_i)	$x_i p_i$	
	voiture	Tr. en commun	voiture	Tr. en commun		voiture	Tr. en commun
Jour ouvrable en période scolaire	44 km	7 km	1	1	186	186	186
Jour ouvrable en vacances scolaires	45,4 km	3,6 km	1,03	0,51	69	71,20	35,49
Jour férié en période scolaire	55,3 km	14,7 km	1,26	2,10	86	108,09	180,60
Jour férié en vacances scolaires	48,3 km	5,7 km	1,10	0,81	24	26,35	19,54
					365	391,63	421,63

Sources : Données de l'enquête sur la mobilité quotidienne des Belges (transmises par J.-P. Hubert) et nos calculs

Les facteurs d'expansion corrigés sont donc **391,63** et **421,63**, respectivement pour la voiture et pour les transports en commun. Pour les déplacements en voiture, on constate que le facteur d'expansion obtenu pour la Région wallonne est proche de celui de Toronto. Par contre, pour les transports en commun, la situation est très différente puisque le facteur d'expansion obtenu est nettement supérieur à 365 (alors qu'à Toronto, il est nettement inférieur). En effet, en Région wallonne, les distances parcourues en transport en commun en période scolaire sont deux fois plus importantes durant les jours fériés que pendant un jour ouvrable.

2.5 SCENARIOS

L'intérêt du logiciel canadien est la possibilité de modifier certaines des variables afin de juger de leurs effets sur les émissions de CO₂. Il est ainsi possible de tester l'efficacité de diverses politiques, individuellement ou en « paquets de mesures ». Nous proposons quelques scénarios dans ce but. Ils seront appliqués dès que les corrections détaillées ci-dessus pourront être appliquées aux résultats.

- Scénarios A : politique en matière de mobilité
 - A1 : augmentation de l'offre en transports en commun (bus)
 - A2 : augmentation de l'offre en modes doux (vélo)
- Scénarios B : politique en matière d'aménagement du territoire et d'urbanisme
 - B1 : densification
 - B2 : augmentation de la mixité (services commerciaux de proximité)
- Scénarios C : scénarios combinés
 - C1 : A1 + A2 : politique en matière de mobilité – deux mesures conjuguées
 - C2 : B1 + B2 : politique en matière d'aménagement – deux mesures conjuguées
 - C3 : A1 + A2 + B1 + B2 : politiques conjuguées en matière de mobilité et d'aménagement du territoire.
- Pour rappel, des « scénarios » d'élimination de l'impact des variables les plus influentes sont présentés au point 2.3. Ils permettent surtout de montrer la sensibilité du modèle à la variation du revenu, du taux de motorisation et de la distance au centre.

On voit que certaines mesures **ne peuvent être testées** ici en tant que telles : nous sommes limités par le modèle de régression et les variables explicatives qui s'y trouvent. Ainsi par exemple, les mesures de stationnement, au lieu de travail ou au domicile, ne feront pas l'objet d'un scénario. D'autre part, les facteurs explicatifs des émissions non présents dans le modèle s'y retrouvent certainement par l'intermédiaire d'autres variables avec lesquelles ils sont corrélés. Enfin, les mesures accessibles ne le sont que sous la forme utilisée dans le modèle. Ainsi la mixité micro, par exemple, ne peut être modifiée que par le nombre de magasins alimentaires présents dans le quartier.

2.5.1 A1 : augmentation de l'offre en transports en commun

Nous supposons un doublement des heures de service des bus dans les quinze quartiers testés et en examinerons les effets sur les émissions totales de CO₂.

2.5.2 A2 : augmentation de l'offre en modes doux

Nous supposons l'équipement d'un tiers des rues et routes des quartiers en pistes ou bandes cyclables, cette proportion étant grosso modo le maximum atteint par nos quartiers tests. Il est également possible, quand les quartiers s'y prêtent, d'y installer virtuellement les pistes cyclables prévues par le PCM.

2.5.3 B1 : densification

Nous supposerons l'augmentation de 10 % du nombre de logements par ha. Ce chiffre nous paraît réaliste pour deux raisons :

- dans les quartiers commerçants centraux, il correspond au moins au nombre de logements laissés vides au-dessus des commerces ;
- dans tout quartier urbanisé où tous les logements sont occupés, il correspond au moins aux possibilités d'augmentation de la densité, soit par ajout d'étages aux bâtiments comme cela se pratique à l'étranger (à Genève par exemple), soit par relotissement et construction sur parcelles déjà bâties.

2.5.4 B2 : augmentation de la mixité (services commerciaux de proximité)

Nous attribuerons à chaque quartier le meilleur rapport « nombre de magasins alimentaires / nombre d'habitants » rencontré parmi les 15 cas et en examinerons les effets sur les émissions totales de CO₂.

2.5.5 C1 : deux mesures conjuguées en matière de mobilité

Nous appliquerons conjointement les scénarios A1 et A2 et en examinerons les effets sur les émissions totales de CO₂.

2.5.6 C2 : deux mesures conjuguées en matière d'aménagement

Nous appliquerons conjointement les scénarios B1 et B2 et en examinerons les effets sur les émissions totales de CO₂.

2.5.7 C3 : politiques conjuguées d'aménagement et de mobilité

Nous appliquerons conjointement les scénarios A1, A2, B1 et B2 et en examinerons les effets sur les émissions totales de CO₂.

2.6 MISE EN PARALLELE AVEC LES CARTES D'ACCESSIBILITE DU LEPUR

Une fois les résultats corrigés obtenus, il sera intéressant de mettre en regard les divers niveaux d'émissions avec la disponibilité dans chaque quartier de modes de transport alternatifs à la voiture. La modélisation développée dans le chapitre 2 nous permet de procéder visuellement grâce aux cartes produites. Elles sont présentées ci-après.

Insérer la carte « bus »

Insérer la carte « train »

Insérer la carte « modes lents »

Si on se base sur les résultats bruts provisoires (graphes 1 à 12), on voit que, au sein de chaque groupe, les quartiers les plus émetteurs ne bénéficient en fait d'aucune desserte en bus ou en train, et n'offrent que des possibilités médiocres de déplacements à pied. Citons par exemple le Parc de Cointe, peu accessible en bus, et moins accessible en train que ses voisins en raison de la forte pente qui le sépare de la gare. Citons encore Mehagne, non desservi par trains et bus, et au niveau d'émissions élevé pour son groupe. Dans ce dernier, le cas de Liers centre est intéressant : peu accessible en bus mais en revanche bien desservi en train, son niveau d'émissions reste pourtant élevé. Les raisons sont à trouver ailleurs, peut-être dans son éloignement du centre et son isolement par le relief. Dans la grande périphérie, Bois-des-Chevreuils et Strivay, quartiers monofonctionnels « voiture » par excellence, émettent sans surprise beaucoup de CO₂. Les meilleurs résultats de Hony-Bas peuvent probablement être attribués en partie à la bonne desserte en train et à la relative mixité constatée sur le terrain (trois commerces), ou encore au cheminement piéton plus facile en site de vallée. Les Trixhes en revanche, au-delà des facteurs d'accessibilité, doit certainement en partie ses faibles émissions aux bas revenus de sa population, et par conséquent à son faible taux de motorisation. Pour terminer, les quartiers les plus centraux ne peuvent être analysés à la lumière des résultats bruts : une mauvaise adaptation du modèle canadien aux réalités wallonnes leur attribue en effet des taux de motorisation nuls. Pour rappel, ce problème sera réglé grâce aux données de l'enquête socio-économique de 2001 (résultats attendus en 2005).

3. PERSPECTIVES

Au stade actuel des travaux, l'application corrigée du logiciel canadien à des quartiers liégeois n'a pu être finalisée. Pour la subvention 2004-2005, l'équipe poursuivra donc cette application en vue de présenter :

- les résultats améliorés et leur analyse. Cette étape qui consiste à introduire simultanément les 3 corrections proposées nécessite d'obtenir les données suivantes :
 - les taux de motorisation 2001 par ménage et par secteur statistique pour les 15 quartiers étudiées (disponibles début 2005) ;
 - la clé de répartition des kilométrages voitures par type de route et de véhicule calculée par la DGRNE (disponible en novembre 2004) ;
 - les parts modales des transports en commun estimées à partir des données INS 2001 (début 2005) ;
 - les taux d'occupation des transports en commun au Canada (à obtenir à Toronto lors de la mission au Canada de 2 membres de l'équipe mi-septembre 2004).
- les résultats améliorés avec scénarios et leur analyse.

L'objectif de l'exercice reste bien entendu de dégager les quartiers, les scénarios et les combinaisons de mesures (aménagement, mobilité) les plus efficaces en terme de réduction des émissions de GES en provenance du transport et d'en tirer des recommandations d'action pour la Région wallonne.

S'il s'avère que les problèmes méthodologiques liés à la transposabilité sont suffisamment cernés suite aux tests opérés sur l'agglomération de Liège, nous serons en mesure d'utiliser l'outil :

- dans des quartiers existants d'autres agglomérations wallonnes ;
- dans des quartiers en projet (il doit s'agir de projets suffisamment vastes et dédiés en majorité au logement).

Dans ce cadre, nous attendons les propositions du comité d'accompagnement.

Chapitre IV : RESULTATS ET PERSPECTIVES

L'objectif de la recherche décrite dans ce volume est la production d'outils d'aide à la décision et de recommandations dans le cadre d'une politique d'aménagement du territoire et de mobilité cohérente avec la rencontre des objectifs du Protocole de Kyoto. Les résultats obtenus à ce jour, égrainés à travers cette première partie de rapport, constituent soit des produits finis, soit la base de travail pour la dernière année du programme 2002-2005 de la CPDT.

Produit fini

Les cartes d'accessibilité présentées dans le chapitre 2, disponibles aujourd'hui pour tous les modes alternatifs à la voiture, tout le territoire wallon et à toutes les échelles, peuvent servir à la localisation optimale des logements et des activités dans un souci de minimisation des déplacements motorisés. Elles rejoignent en cela divers documents de politique régionale qui prônent la mise en adéquation des profils de mobilité des activités avec les profils d'accessibilité des lieux.

Résultats à court terme

Dans le chapitre 3, l'outil d'évaluation de la durabilité des quartiers nous a permis d'évaluer les émissions de CO₂ en provenance des déplacements des ménages de différents quartiers en Région wallonne (zones tests de l'agglomération liégeoise). Nous avons vu que les quartiers les plus émetteurs sont les plus isolés dans l'agglomération, les plus monofonctionnels, les moins denses et ceux qui offrent peu d'alternatives à l'utilisation de la voiture. Cependant, l'exploitation des résultats ne peut être poursuivie sans une correction de la méthode de calcul utilisée, imparfaitement adaptée à une utilisation en Wallonie. Moyennant l'obtention des données adéquates, les résultats pourront être corrigés et exploités. Ensuite, des scénarios mis au point par l'équipe de recherche permettront de tester l'efficacité CO₂ de diverses mesures prises individuellement ou conjointement : amélioration de la desserte en transports en commun, de l'équipement en pistes cyclables, augmentation des densités en logements et de la mixité fonctionnelle... De là pourront être mises en évidence les politiques les plus efficaces. L'analyse comportementale, déjà proposée dans le rapport de mars 2004 et dont la dernière partie est présentée au chapitre 1 du présent rapport, permettra alors d'agir au mieux pour que les réductions d'émissions potentielles ainsi dégagées se traduisent dans la réalité ; et ce grâce aux enseignements tirés, notamment, en termes de segmentation de la population ou de ciblage des campagnes de sensibilisation. Signalons que le logiciel canadien adapté aux réalités wallonnes constitue également un intéressant instrument d'aide à la décision dans le cadre de l'urbanisation de nouveaux quartiers : il indique en effet leur composition optimale dans un but de minimisation des émissions de CO₂.

Résultats à moyen terme

La cartographie de l'accessibilité présentée dans le chapitre 2 ne constitue en fait qu'une étape dans un travail de modélisation des déplacements et des émissions de CO₂ en Région wallonne. Son objectif final est, d'une part, la modélisation sur base de la mobilité actuelle, et d'autre part la réalisation de scénarios qui permettront de mesurer l'impact CO₂ de diverses politiques d'aménagement du territoire futures concernant la localisation des logements et des emplois. Adapté aux réalités wallonnes, cet outil fonctionnera à d'autres échelles et pour des mesures différentes de celles étudiées à travers le logiciel canadien. Les étapes qui restent à réaliser sont décrites dans le chapitre 2.

Résultat final

Parallèlement aux travaux exposés dans ce volume et qui on trait aux émissions du transport, l'équipe s'attache également à étudier les émissions des bâtiments (volume 2). Les recommandations de part et d'autres formeront, en fin de recherche, un ensemble cohérent de politiques et mesures en aménagement du territoire et en urbanisme qui aideront les autorités régionales à respecter les engagements pris dans le cadre du Protocole de Kyoto.

BIBLIOGRAPHIE

1. EVALUATION DES MESURES RELATIVES AUX DEPLACEMENTS DOMICILE- TRAVAIL SOUS L'ANGLE DES LOGIQUES COMPORTEMENTALES

1.1 LES DEPLACEMENTS DOMICILE - TRAVAIL

AGUILERA ANNE, MIGNOT DOMINIQUE (2002), *Structure des localisations intra-urbaines et mobilité domicile- travail*, Recherche Transports Sécurité, 2002

BERGSTRÖM A., MAGNUSSON R. (2003), *Potential of transferring car trips to bicycle during winter*, Transportation Research Part A, 37, 2003, pp 649-666

CERVERO ROBERT (2002), *Built environments and mode choice: toward a normative framework*, Transportation Research Part D, 7, 2002, pp 265-284

CPDT (2003), *Contribution du développement territorial à la réduction de l'effet de serre, Partie I, Evaluation de mesures à prendre en aménagement du territoire pour limiter la croissance de la mobilité – voiture*, Conférence Permanente de Développement Territorial, Thème 2, Région wallonne, Rapport final de la subvention 2002-2003, septembre 2003

CURTIS CAREY, HEADICAR PETER (1997), *Targeting travel awareness campaigns, Which individuals are more likely to switch from car to other transport for the journey to work?*, Transport Policy, Vol. 4, N° .1, pp57-65, 1997

DE PALMA ANDRE, ROCHAT DENIS (2000), *Mode choices trips to work in Geneva: an empirical analysis*, Journal of Transport Geography, 8, 2000, pp 43-51

POOLEY COLIN G., TURNBULL JEAN (2000), *Modal choice and modal change : the journey to work in Britain since 1890*, Journal of Transport Geography, 8, 2000, pp 11-24

SCHWANEN TIM, DIJST MARTIN (2002), *Travel-time ratios for visits to the workplace: the relationship between commuting time and work duration*, Transportation Research Part A, 36, 2002, pp 573-592

WENER RICHARD E., EVANS GARY W., PHILLIPS DONALD, NADLER NATASHA (2003), *Running for the 7:45: The effects of public transit improvements on commuter stress*, Transportation, 30, pp 203-220, 2003

1.2 PLANS DE TRANSPORT D'ENTREPRISE

ANDRE VERONIQUE, DURAND CAROLE, HEYLEN ELS, TRATSAERT KATRIEN, BONIVER VERONIQUE, FRISSCHEN STEPHANIE, JUPRELLE JULIEN (2001), *Étude des instruments influençant la mobilité engendrée par les générateurs de trafic*, Rapport final, Programme « Mobilité durable », Services Fédéraux des affaires scientifiques, techniques et culturelles, janvier 2001

COLEMAN (2000), *Green commuter plans and the small employer: an investigation into the attitudes and policy of the small employer towards staff travel and green commuter plans*, Transport Policy, 7, 2000, pp 139-148

- CPDT (2003), *Contribution du développement territorial à la réduction de l'effet de serre, Partie I, Evaluation de mesures à prendre en aménagement du territoire pour limiter la croissance de la mobilité – voiture*, Conférence Permanente de Développement Territorial, Thème 2, Région wallonne, Rapport final de la subvention 2002-2003, septembre 2003
- CURTIS CAREY, HEADICAR PETER (1997), *Targeting travel awareness campaigns, Which individuals are more likely to switch from car to other transport for the journey to work?*, Transport Policy, Vol. 4, N° 1, pp 57-65, 1997
- DABSON ASHLEY (2000), *Corporate commuter management: the wider perspective for facilities management*, Facilities, Vol. 18, N° 3/4, 2000, pp 144-149
- DICKINSON JANET E., KINGHAM SIMON, COPSEY SCOTT, PEARLMAN HOUGIE DEBORAH J. (2003), *Employer travel plans, cycling and gender: will travel plan measures improve the outlook for cycling to work in the UK?*, Transportation Research Part D, 8, 2003, pp 53-67
- FEBIAC (2002), *Mobilité durable dans la pratique*, janvier 2002
- ISON STEPHEN, RYE TOM (2003), *Lessons from travel planning and road user charging for policy-making: through imperfection to implementation*, Transport Policy, 10, 2003, pp 223-233
- KINGHAM S., DICKINSON J., COPSEY S. (2001), *Travelling to work: will people move out of their cars?*, Transport Policy, 8, 2001, pp 151-160
- MISSION INTERMINISTERIELLE DE L'EFFET DE SERRE (MIES) (1999), *Memento des décideurs, Les collectivités territoriales engagées dans la lutte contre les gaz à effet de serre*, 1999
- MONITEUR BELGE (2003), *Arrêté royal d'exécution du chapitre XI de la loi-programme du 8 avril 2003 relatif à la collecte de données concernant les déplacements des travailleurs entre leur domicile et leur lieu de travail*, 16 mai 2003, publié le 5 juin 2003
- MONITEUR BELGE (2003), *Loi-programme*, publié le 17 avril 2003
- NANKERVIS MAX (1999), *The effect of weather and climate on bicycle commuting*, Transportation Research Part A, 33, 1999, pp 417-431
- NOLAND ROBERT B., KUNREUTHER HOWARD (1995), *Short-run and long-run policies for increasing bicycle transportation for daily commuter trips*, Transport Policy, Vol. 2, N° 1, pp 67-79, 1995
- POTTER S., RYE T., SMITH M. (1999), *Tax and green transport plans: a survey of UK experience*, Transport Policy, 6, 1999, pp 197-205
- ROOT A. (2001), *Can travel vouchers encourage more sustainable travel?*, Transport Policy, 8, 2001, pp 107-114.
- RYE T. (1999), *Employer attitudes to employer transport plans: a comparison of UK and Dutch experience*, Transport Policy, 6, 1999, pp 183-196
- RYE TOM (2002), *Travel plans: do they work?*, Transport Policy, 9, 2002, pp 287-298
- SERVICES DES ÉTUDES ET DE LA STATISTIQUE (1999), <http://statistiques.wallonie.be>, Évolution de l'emploi par secteur et statut calculée par le Service public fédéral Emploi, Travail et Concertation sociale
- TMP WORLDWIDE (2003), www.monster.be
- UNION WALLONNE DES ENTREPRISES (2003), *Diagnostic commenté de la mobilité en Wallonie*, Cellule mobilité, mars 2003

WENER RICHARD E., EVANS GARY W., PHILLIPS DONALD, NADLER NATASHA (2003), *Running for the 7:45: The effects of public transit improvements on commuter stress*, Transportation, 30, pp 203-220, 2003

1.3 TELETRAVAIL

ADAMS JOHN (2000), *The social implications of hypermobility, Speculations about the social consequences of the OECD Scenarios for Environmentally Sustainable Transport and Business-as-Usual Trend Projections*, publié dans OCDE (2000)

AeA (2003), www.aeanet.org

ALCATEL (2003), www.alcatel.be/telework

ANDRE VERONIQUE, DURAND CAROLE, HEYLEN ELS, TRATSAERT KATRIEN, BONIVER VERONIQUE, FRISSCHEN STEPHANIE, JUPRELLE JULIEN (2001), *Etude des instruments influençant la mobilité engendrée par les générateurs de trafic*, Rapport final, Programme « Mobilité durable », Services Fédéraux des affaires scientifiques, techniques et culturelles, janvier 2001

BÉLANGER FRANCE (1999), *Worker's propensity to telecommute. An empirical study*, Information & Management, 35, 1999, pp 139-153

BLACK WILLIAM R. (2001), *An unpopular essay on transportation*, Journal of Transport Geography, 9, 2001, pp 1-11

COMMISSION EUROPÉENNE (2000), DG de l'éducation et de la culture, *Les européens et les technologies de l'information et de la communication dans le cadre de l'emploi*, Eurobaromètre 54.0, Rapport rédigé par The European opinion research group, EEIG, p.a. INRA (Europe), European coordination office, Automne 2000

COMMISSION EUROPÉENNE (2002), DG société de l'information, *Ework 2002, Les nouvelles méthodes de travail dans la société de l'information en 2002*, septembre 2002

CPDT (2003), *Contribution du développement territorial à la réduction de l'effet de serre, Partie I, Évaluation de mesures à prendre en aménagement du territoire pour limiter la croissance de la mobilité – voiture*, Conférence Permanente de Développement Territorial, Thème 2, Région wallonne, Rapport final de la subvention 2002-2003, septembre 2003

DABSON ASHLEY (2000), *Corporate commuter management : the wider perspective for facilities management*, Facilities, Vol. 18, N° 3/4, 2000, pp 144-149

ECATT (1999 a), *Telework Data Report, Population Survey, Ten countries in Comparison*, juin 2000, www.ecatt.com

ECATT (1999 b), *Telework Data Report, Establishment Survey, Ten countries in Comparison*, juin 2000, www.ecatt.com

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2001), *Indicators tracking transport and environment integration in the European Union*, TERM 2001

EUROPEAN TELEWORK ONLINE (1999), *Status Report on European Telework, New Methods of Work 1999*, Supported by the European Commission through the European Telework Development, août 1999

FELDMAN DANIEL C., GAINEY THOMAS W. (1997), *Patterns of telecommuting and their consequences: framing the research agenda*, Management review, Volume 7, Number 4, 1997, pp 369-388

FORD ROBERT C., MCLAUGHLIN FRANK (1995), *Questions and answers about telecommuting programs*, Business Horizons, mai-juin 1995

- HENDERSON DENNIS K., MOKHTARIAN PATRICIA L. (1996), *Impacts of center-based telecommuting on travel and emissions: analysis of the puget sound demonstration project*, Transportation Research Part D, Vol. 1, N° 1., pp 29-45, 1996
- ILLEGEMS VIVIANE, VERBEKE ALAIN, *Teleworking: a New Perspective on Mobility*, Summary: End report DTWC project MD/03/023
- ISON STEPHEN, WALL STUART (2002), *Attitudes to traffic-related issues in urban areas of the UK and the role of workplace parking charges*, Journal of Transport Geography, 10, 2002, pp 21-28
- KAUFMANN VINCENT (1999), *Mobilité et vie quotidienne : synthèse et questions de recherche*, Centre de Prospective et de Veille Scientifique, Direction de la recherche et des affaires scientifiques et techniques, Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement, 2001 Plus, Synthèses et Recherches, N°. 48, juin 1999
- KURLANDA NANCY B., COOPERB CECILY D. (2002), *Manager control and employee isolation in telecommuting environments*, Journal of High Technology Management Research, 13, 2002, pp 107-126
- LE NOUVEAU GRAND DICTIONNAIRE TERMINOLOGIQUE, www.granddictionnaire.com
- LIM VIVIEN K.G., TEO THOMPSON S.H. (2000), *To work or not to work at home : An empirical investigation of factors affecting attitudes towards teleworking*, Journal of Managerial Psychology, Vol. 15, N°6, 2000, pp 560-586
- MANNERING JILL S., MOKHTARIAN PATRICIA L. (1995), *Modeling the choice of telecommuting, Frequency in California: an exploratory analysis*, Technological forecasting and social change, 49, pp 49-73, 1995
- MOKHTARIAN PATRICIA L., BAGLEY MICHAEL N. (2000), *Modeling employee's perceptions and proportional preferences of work locations: the regular workplace and telecommuting's alternatives*, Transportation Research Part A, 34, 2000, pp 223-242
- MOKHTARIAN PATRICIA L., SALOMON ILAN (1997), *Modeling the desire to telecommute: the importance of attitudinal factors in behavioural models*, Transportation Research Part A, Vol. 31, N°. 1, pp 35-50, 1997
- MONITEUR BELGE (1972), *Loi concernant l'inspection du travail*, Emploi et travail, 16 novembre 1972, publié le 8 décembre 1972
- MONITEUR BELGE (1996 a), *Loi relative au bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail*, Emploi et travail, 4 août 1996, publié le 18 septembre 1996
- MONITEUR BELGE (1996 b), *Loi relative au travail à domicile*, Emploi et travail, 6 décembre 1996, publié le 24 décembre 1996
- MONITEUR BELGE (2001), *Loi relative à la conciliation entre l'emploi et la qualité de vie*, Emploi et travail, 10 août 2001, publié le 15 septembre 2001
- MONITEUR BELGE (1999), *Décret relatif au permis d'environnement*, Région Wallonne, 11 mars 1999, publié le 8 juin 1999
- NILES JOHN S. (1994), *Beyond telecommuting: A new Paradigm for the effect of telecommunications on travel, Chapter 2, Perspectives on Telecommunications and Transportation*, Global Telematics, September 1994
- OCDE (1996 b), *Eco-efficiency in the transport sector: applying the concept to public policy and individual travel*, Prepared by: Environmental Resources Management, UK, July 1996, in OCDE (1998 a), *Eco-efficiency in Transport*, Workshop Report and Background Paper, ENV/EPOC/WNEP(2001)12/FINAL, février 1998

PTISKIN NAVA (1998), *Explaining the paradox of telecommuting*, Business Horizons, March-April 1998

RANEY ELIZABETH A., MOKHTARIAN PATRICIA L., SALOMON ILAN (2000), *Modeling individual's consideration of strategies to cope with congestion*, Transportation Research Part F, 3, 2000, pp 141-165

SALOMON ILAN (1998), *Technological change and social forecasting: the case of telecommuting as travel substitute*, Transportation Research Part C, 6, 1998, pp 17-45

SPF EMPLOI, TRAVAIL ET CONCERTATION SOCIALE, 2003, <http://meta.fgov.be>

STANEK DAVID M., MOKHTARIAN PATRICIA L. (1998), *Developing models of preference for home-based and centre-based telecommuting: findings and forecasts*, Technological forecasting and social change, 57, pp 53-74, 1998

THOMSIN LAURENCE (2001), *Le télétravail, une réponse à la demande de mobilité spatio-temporelle des familles dans la gestion de leur quotidien*, Université de Liège, 2001

VARMA KRISHNA V., HO CHAANG-IUAN, STANEK DAVID M., MOKHTARIAN PATRICIA L. (1998), *Duration and frequency of telecenter use: once a telecommuter, always a telecommuter ?*, Transportation Research Part C, 6, 1998, pp 47-68

YEN, JIN-RU (1994), *The telecommuting adoption process: Conceptual framework and model development*, University of Texas at Austin, 1994

2. EVALUATION DES EMISSIONS DE CO₂ SUIVANT DIFFERENTS SCENARIOS D'AMENAGEMENT EN REGION WALLONNE

BRIQUET C. (2003), *Algorithmes de contournement de barrières*, Travail de fin d'études, DEA en informatique, Université de Liège, inédit, juin 2003

DAXHELET D., HALLEUX J.-M., KESSLER L., LAMBOTTE J.-M. (2002), Production technique des données nécessaires à l'élaboration des profils d'accessibilité, in : *Rapport final de la subvention 2001 Étude complémentaire relative aux profils d'accessibilité – profils de mobilité*, MRW-CPDT, LEPUR-ULg

3. EVALUATION DE COMBINAISONS DE MESURES LIEES A L'AMENAGEMENT DES QUARTIERS ET A LA MOBILITE : PREMIERS RESULTATS

ANONYME (2004), Dossier effet de serre, in *Rail et Transports* n°322, mars 2004

BUREAU FEDERAL DU PLAN (2004), *Perspectives énergétiques pour la Belgique à l'horizon 2030*, janvier 2004, Gusbin D et Hoornaert B.

FEDERAL DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT (2004), *Belgium's Greenhouse Gas Inventory (1990-2002), National Inventory Report submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change*, April 2004, www.environment.fgov.be

FEDERAL DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT (2002), *Belgium's Third National Communication under the United Nations Framework Convention on Climate Change*, April 2002

FOUCHIER V. (1997), *Les densités urbaines et le développement durable*, éd. du SGVN, décembre 1997

- GOUVERNEMENT DU CANADA (2001), *Troisième rapport national du Canada sur les changements climatiques, Mesures prises en vertu de la convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques*
- HUBERT J-P., TOINT P. (2002), *La mobilité quotidienne des Belges*, Presses universitaires de Namur
- INSTITUT FRANÇAIS DE L'ENVIRONNEMENT (2000), *Les données de l'environnement*, n°61, décembre 2000
- JEGER F. (2001), *Transports et environnement dans les pays européens*, note de synthèse du SES mars-avril 2001, in DIRECTION DES AFFAIRES ÉCONOMIQUES ET INTERNATIONALES, Dossiers thématiques des notes de synthèse du SES, *Le transport en Europe et dans le monde* édition 2004
- MC LEOD, COLE SHERMAN CONSULTING ENGINEERS (1999), *Auto Passenger Travel and Auto Occupancy in the GTA, 1996 Results and Recent Trends*, January 1999, www.jpint.utoronto.ca/gta01
- MET (2002), *Trafic et sécurité sur les routes et autoroutes de Wallonie*, Données et commentaires, *Les Cahiers du MET, Collection Trafics*, n°15, décembre 2002
- NEWMAN P., KENWORTHY J. (1999), *Sustainability and Cities, Overcoming Automobile Dependence*, Island Press
- NEWMAN P., KENWORTHY J. (1989), *Cities and Automobile Dependence, an International Sourcebook*, Gower
- OFFICE DE L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE (2000), *Enquête nationale sur l'utilisation des véhicules privés – d'octobre 1994 à septembre 1996, Rapport sommaire*, octobre 2000, <http://oee.nrcan.gc.ca>
- PROJET DE PLAN AIR (2002), *Projet de plan de l'air : enquête publique*, mai 2002
- SCHL/CMCH (2000), *Émissions de gaz à effet de serre attribuables aux déplacements urbains : outil d'évaluation de la durabilité des quartiers*, Rapport de recherche, février 2000
- SERVICES (2004)
- SPF SANTE PUBLIQUE, SECURITE DE LA CHAÎNE ALIMENTAIRE ET ENVIRONNEMENT (2004), *Belgium's Greenhouse Gaz Inventory (1990-2002), National Inventory Report submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change*, April 2004, www.environment.fgov.be
- SNCB (2001), *La voie vers une mobilité durable – Train et environnement*, septembre 2001
- STATISTIQUES CANADA (2002), *Dépenses des ménages*, www.statcan.ca
- UNIVERSITY OF TORONTO (2003), *The 1986, 1996 and 2001 Survey Summaries for the GTA*, Joint Program in Transportation, March 2003, www.jpint.utoronto.ca/gta01
- VILLE DE LIÈGE (2004), *Étude du Plan piéton de la ville de Liège*, Cofinancé par l'union européenne (Objectif2 FEDER) et la Région wallonne, Rapport définitif janvier 2004
- VILLE DE LIÈGE (2004), *Plan Communal de Mobilité*, février 2004, www.liege.be

ANNEXES