

LES CAHIERS DU CEPS/INSTEAD

Géographie & Développement

Utiliser les transports en commun et la marche à pied pour aller au travail ?

Etude pour les résidents au Luxembourg

Sylvain KLEIN, Frédéric SCHMITZ



Utiliser les transports en commun et la marche à pied pour aller au travail ?

Etude pour les résidents au Luxembourg¹

Depuis plusieurs années, l'utilisation des modes de transports alternatifs à la voiture individuelle est encouragée, notamment pour les déplacements domicile-travail. Pourtant, les enquêtes les plus récentes montrent que, en 2007, seuls 21% des actifs n'utilisaient pas la voiture pour aller au travail. Mais quelles sont les possibilités dont disposent réellement les salariés pour se passer de l'automobile ?

Le choix du mode de transport repose sur de nombreux facteurs, tels que la durée ou le prix d'un trajet, difficiles à appréhender dans leur globalité. Cependant, à partir des distances domicile-travail, puis de la comparaison des temps de trajet modélisés en transports en commun et en voiture, cette étude cherche à évaluer, parmi les actifs résidant et travaillant au Grand-duché, ceux qui bénéficient d'une offre de transport alternative à la voiture. Pour effectuer cette comparaison, à chaque actif sont associées deux durées de déplacements domicile-travail en heure de pointe, l'une en utilisant la voiture, l'autre les transports en commun.

Premièrement, il ressort que 17% des déplacements domicile-travail sont inférieurs à 2 km, distance pour laquelle la marche à pied et le vélo sont les alternatives à la voiture les plus efficaces. Deuxièmement, 70% des actifs ont la possibilité de se rendre au travail en utilisant uniquement les transports en commun. La voiture reste toutefois plus rapide pour une grande majorité de ces déplacements. Ainsi, en comparaison de la voiture, 19% des déplacements vers le lieu de travail peuvent être effectués dans une limite de temps deux fois supérieure à la voiture. Ces résultats, donnent un aperçu global et synthétique des possibilités dont disposent les résidents travaillant au Luxembourg pour se rendre à leur travail.

¹ Cet article a été réalisé dans le cadre des projets ICMA (Bridging Mobility Gaps: Improving Connectivity and Mobility Access), cofinancé par Interreg IVB NW Europe, et le projet MOEBIUS (Mobilities, Environment, Behaviours, Integrated in Urban Simulation), cofinancé par le FNR (CO9/SR/07).

INTRODUCTION

La population et l'emploi au Luxembourg ont fortement augmenté ces dernières années, entraînant une hausse du nombre de déplacements. Selon les projections socio-économiques à long terme, l'augmentation de la population et de l'emploi pourrait se poursuivre sur plusieurs décennies (Langers, Peltier, 2010). Ce dynamisme démographique et économique pose plusieurs défis pour les autorités publiques, notamment la promotion de la mobilité alternative à la voiture privée (VP). En effet, si les déplacements domicile-travail continuent à être majoritairement réalisés en voiture, les infrastructures routières actuelles ne sont plus suffisantes pour supporter une augmentation de trafic sans entraîner une dégradation significative des conditions de circulation, déjà visible sur plusieurs parties du réseau pendant les heures de pointe. Parallèlement aux problèmes de saturation des réseaux routiers, les enjeux environnementaux et énergétiques nécessitent également le développement d'une mobilité plus durable. En ce sens, la construction d'infrastructures routières supplémentaires devient de moins en moins considérée comme la mesure la plus adaptée pour faire face aux défis de la mobilité de demain.

Les trajets pour se rendre au travail constituent une part importante de tous les déplacements quotidiens (achats, loisirs...). Par exemple, en France, ils représentent 29% du total de ces déplacements, et comme leur longueur est en moyenne plus élevée que les autres déplacements, ils représentent 41% des distances parcourues (Commissariat Général au Développement Durable, 2008). Les chiffres sont comparables en Suisse (Office fédéral de la statistique, 2007) où respectivement 31% des déplacements réalisés et 42% des distances parcourues pendant un jour de semaine ont pour motif le travail. Aussi, ces déplacements constituent un enjeu essentiel dans la politique de transport, d'autant qu'ils sont très concentrés aux heures de pointe ; ils entraînent ainsi la saturation ponctuelle des réseaux de transport et la dégradation de l'accessibilité de certaines zones d'emploi, susceptible de nuire à leur attractivité économique.

Depuis plusieurs années, les pouvoirs publics encouragent les salariés à utiliser les modes de transport alternatifs à la voiture individuelle pour se rendre à leur travail. Avec la participation des employeurs notamment, directement concernés par la mobilité quotidienne de leurs salariés, plusieurs mesures visent en effet à promouvoir le transport public. Certaines initiatives récentes illustrent cette

politique, comme la mise en place d'un abonnement de transports collectifs spécifiquement à destination des salariés au Luxembourg (m-pass) et sur la ville de Luxembourg (Jobkaart) ou la campagne 'A vélo au travail, Mam Vëlo op d'Schaff'.

Pour autant, entre 1999 et 2007, la baisse de 16% à 13% de la part modale des transports en commun (TC) pour les trajets domicile-travail (Carpentier et Gerber 2009), combinée à l'augmentation du nombre de résidents actifs, correspond globalement à une stabilisation du nombre de personnes se rendant au travail en TC. Au-delà de l'analyse de la fréquentation des TC par les salariés, on peut se demander quelle est la part des salariés en situation de les utiliser pour se rendre au travail, et, plus généralement, la part des salariés qui pourrait se passer de la voiture pour leurs déplacements domicile-travail (DT). Cette question est complexe, car le choix du mode de transport repose sur de nombreux critères parfois difficilement mesurables. Il est cependant possible de reformuler la question en recherchant le nombre de salariés qui dispose d'une alternative efficace à la voiture entre son domicile et son lieu de travail principal.

Des éléments de réponse à cette question peuvent être apportés par l'analyse des temps de trajets en VP et en TC, grâce à la modélisation. Tout d'abord, en isolant les trajets courts, favorables à la marche à pied ou au vélo, puis, en comparant les temps de trajet entre la voiture et les TC, cette modélisation permet de faire une estimation des déplacements susceptibles d'être réalisés en TC ou en modes doux. Cette approche suppose, premièrement, de connaître l'ensemble des déplacements domicile-travail à une résolution spatiale suffisante, et deuxièmement, d'estimer pour chacun de ces déplacements un temps de trajet, à la fois en voiture et en TC.

La première partie aborde la place du temps de parcours parmi les autres déterminants dans le choix du mode de transport. Puis, dans une deuxième partie, nous explicitons la méthodologie suivie pour estimer la matrice des déplacements domicile-travail et pour modéliser les temps de trajets en voiture et en transports en commun. Dans une troisième partie, nous identifions les trajets courts, adaptés aux modes doux. Les quatrième et cinquième parties classent et analysent les actifs selon leur temps de parcours pour se rendre au travail, en TC ou en voiture. Enfin, dans une dernière partie, ceux-ci sont étudiés selon leur localisation à Luxembourg-Ville ou dans le reste du pays.

I. L'IMPORTANCE DU TEMPS DE TRAJET DANS LE CHOIX DU MODE DE TRANSPORT

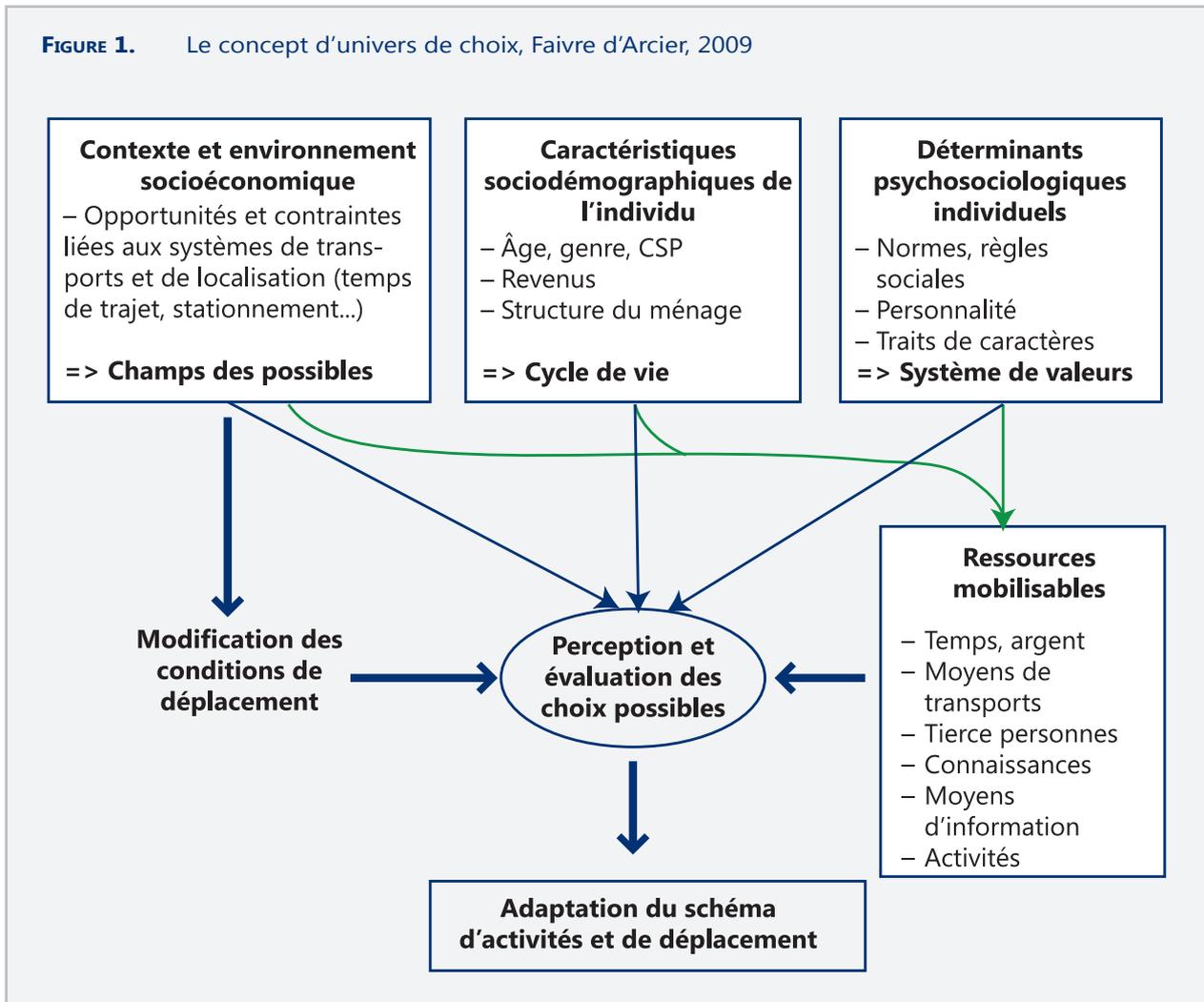
L'objet n'est pas ici de détailler et d'expliquer tous les déterminants du choix du mode de transport, mais de mettre en perspective le rôle du temps de trajet dans un processus de décision complexe. Plusieurs travaux de recherches proposent des typologies des multiples facteurs intervenant dans le processus de décision. On peut par exemple citer le concept d'univers de choix, distinguant trois grandes catégories de facteurs (Faivre d'Arcier, 2009). La première catégorie concerne les aspects liés à l'offre de transport et aux caractéristiques géographiques (origine et destination) du déplacement, qui découlent en partie de la localisation des activités. Le temps de trajet ou les possibilités de stationnement rentrent par exemple dans cette catégorie. La deuxième catégorie s'intéresse aux caractéristiques sociodémographiques de l'individu ; les choix de mobilité d'un actif avec des enfants en bas âge seront différents de celle d'un retraité, par exemple. La dernière catégorie permet, en fonction des caractéristiques propres à chaque individu, par son degré d'adhésion aux normes sociales, sa sensibilité environnementale, son handicap physique, etc., de rendre compte de la diversité des manières de se déplacer à l'intérieur d'un même groupe sociodémographique.

Le concept d'univers de choix dépasse le seul choix modal et intègre de manière plus large la définition des schémas d'activités et de déplacements successifs. Dans l'exemple d'un trajet domicile-travail, cela signifie par exemple que les actifs intègrent dans leur choix du (ou des) mode(s) de transport l'ensemble des activités de la journée, et pas seulement les caractéristiques du déplacement pour se rendre au travail.

On peut également citer un autre facteur explicatif important du choix modal, qui apparaît indirectement dans le concept d'univers de choix, à savoir le poids des habitudes (Bonnell et al., 2003, Eaux, 2010). Autrement dit, les habitudes de mobilité sont solidement ancrées dans la vie quotidienne et les freins au changement sont nombreux (Rocci, 2009). Par contre, les transitions dans le cycle de vie, comme un déménagement, peuvent être l'occasion de changer ces habitudes s'il existe une offre alternative efficace dans le cas d'un passage de la voiture aux TC par exemple.

On voit ainsi que les nombreux déterminants du choix modal relativisent les conclusions trop rapides que l'on pourrait tirer des résultats présentés ci-après. D'autant plus que, dans le cas des TC, d'autres critères que le temps de trajet entrent en considération pour attirer (ou repousser) les voyageurs potentiels : la fréquence des dessertes, la fiabilité des temps de parcours, la tarification, le confort, l'information aux voyageurs, etc. Parmi tous ces critères, le temps de déplacement occupe néanmoins une place importante pour évaluer l'attractivité des réseaux de transports grâce à des mesures d'accessibilité (Hansen, 1959, Handy et Niemeier, 1997) ou encore pour la compréhension des choix de mobilité par les coûts généralisés des déplacements (Crozet, 2004). De plus, dans le cadre de la planification des transports, les modèles de déplacements couramment utilisés s'appuient en grande partie sur les temps de trajet pour les prévisions de trafic routier et TC.

FIGURE 1. Le concept d'univers de choix, Faivre d'Arcier, 2009



II. LES ETAPES DE L'ESTIMATION DES TEMPS DE PARCOURS

La méthodologie utilisée se résume en quatre principales étapes, présentées dans la Figure 2.

L'étape 1 consiste à calculer la matrice des déplacements domicile-travail au niveau communal. Les emplois et les actifs occupés par commune sont issus des données du STATEC, puis actualisés pour l'année de référence 2009 avec le nombre d'emplois total. Ensuite, les emplois occupés par les frontaliers (source IGSS) sont enlevés du nombre d'emplois total. Par après, les flux entre les communes de résidence et les communes de travail sont calculés selon la distribution issue du recensement de 2001. Précisons que certains actifs ont des lieux de travail variables, comme par exemple les personnes travaillant dans la construction. On ne connaît pas précisément leur nombre. Ils sont néanmoins inclus dans la matrice ; le lieu de travail indiqué correspond alors au siège de l'entreprise ou à l'adresse du chantier au moment du recensement. Les personnes travaillant à domicile sont également incluses dans cette matrice.

La ville de Luxembourg concentre près de la moitié des emplois occupés par les résidents, les autres emplois sont ensuite principalement localisés dans la Région Sud, l'agglomération de Luxembourg-Ville, ainsi que dans la Nordstad (cf. *Annexe 1*). Par contraste, la répartition des habitants occupant un emploi selon leur commune de résidence est plus dispersée que celle des emplois. Le poids de Luxembourg – Ville reste nettement supérieur mais dans une moindre mesure que pour celle des emplois.

Il est ensuite nécessaire dans **l'étape 2** de procéder à une désagrégation² de la matrice domicile-travail, dans la mesure où la localisation des flux à l'échelle de la commune est trop approximative pour calculer des temps de trajets précis en voiture et, plus encore, en transport en commun. On utilise pour cela un découpage en 544 zones pour le modèle de trafic routier et un découpage sur une grille de 200 mètres de côté pour le modèle

TC. En effet, le temps de trajet vers ou depuis la gare (ou l'arrêt de bus) peut représenter une part significative du temps de déplacement total et est souvent un frein à l'utilisation des TC. Il est donc important de le calculer avec précision. La désagrégation du lieu de résidence est réalisée sur la base du nombre d'habitants localisés à l'adresse sur l'ensemble du pays. La désagrégation du lieu de travail, quant à elle, s'effectue sur la base de la localisation du nombre d'emplois à l'adresse pour la ville de Luxembourg et, dans le cas des autres communes, c'est la répartition de la population qui sert, par défaut, de base d'application à la répartition de l'emploi.

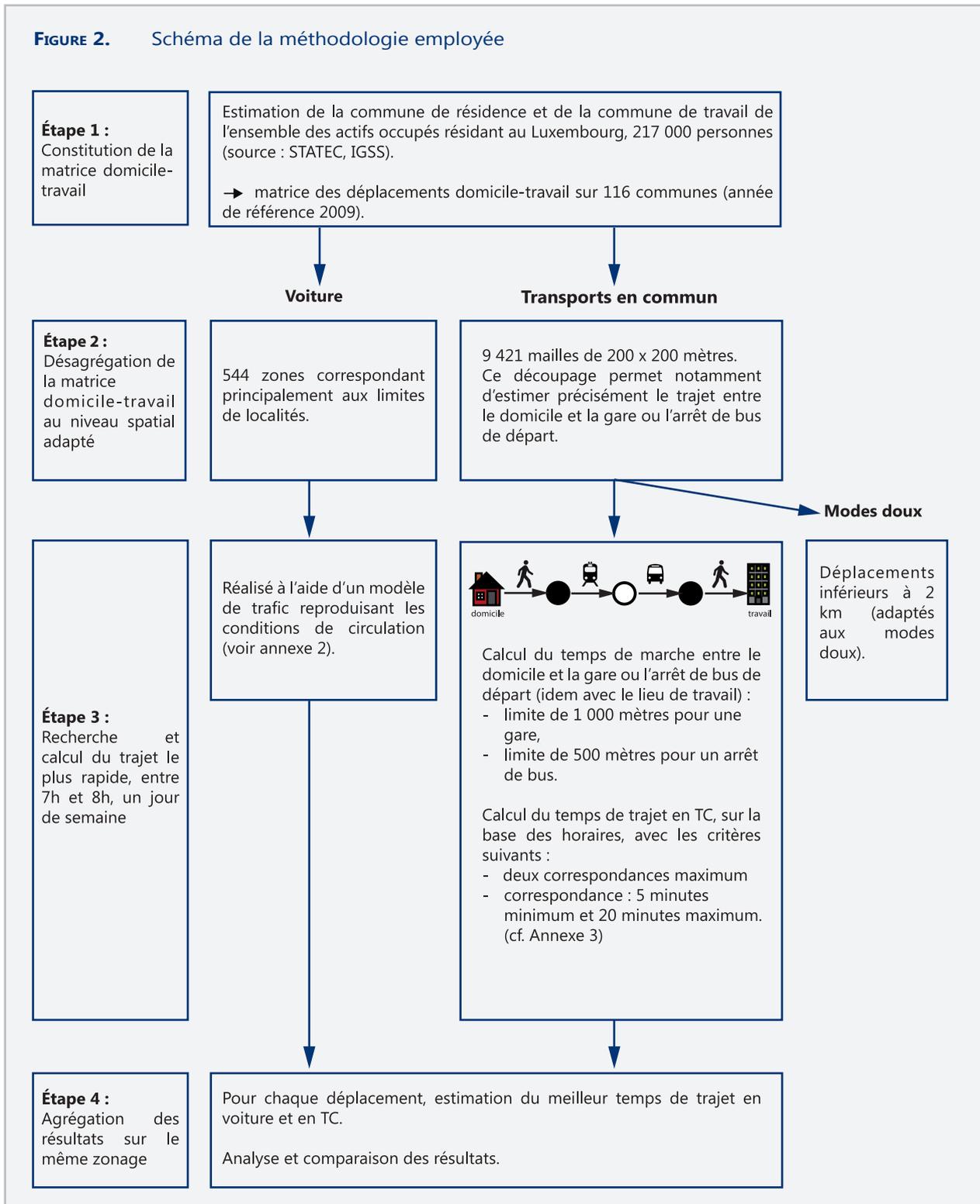
L'étape 3 a mobilisé un modèle de trafic routier (cf. *Annexe 2*) et un modèle de calcul des temps de déplacement en TC (cf. *Annexe 3*). Dans le cas du modèle TC, précisons que le mode de transport choisi pour le rabattement vers les gares est la marche à pied³, afin de concentrer les analyses sur les déplacements réalisés entièrement sans voiture. Ainsi, les déplacements multimodaux combinant la voiture et le train ne sont pas analysés ici, leur potentiel restant de plus limité par les capacités de stationnement à proximité des gares.

Enfin, **l'étape 4** a pour objectif d'agrèger les résultats issus des deux modèles sur le même zonage, afin de comparer et d'analyser les temps de déplacements en TC et en VP.

² Une opération de désagrégation consiste à structurer des données selon des unités spatiales ou statistiques plus petites. A l'inverse, une opération d'agrégation a pour but de structurer les données selon une unité spatiale ou statistiques de plus grande taille.

³ Cette démarche peut être reproduite en remplaçant la marche à pied par le vélo, avec comme conséquence prévisible une diminution significative des temps de déplacement.

FIGURE 2. Schéma de la méthodologie employée



III. LES DÉPLACEMENTS DE PROXIMITÉ, ADAPTÉS AUX MODES DOUX

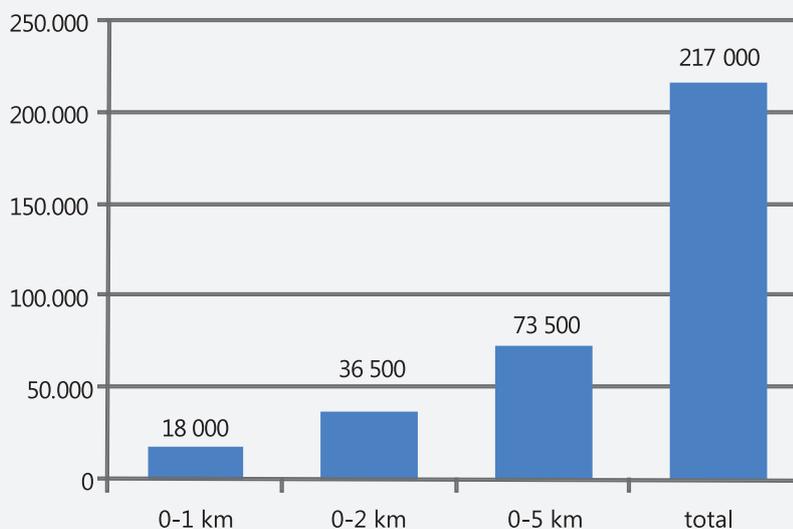
L'utilisation de la matrice domicile-travail à une fine résolution permet de calculer avec précision la longueur des déplacements sur le réseau, estimée en appliquant un coefficient multiplicateur de 1,3 à la distance à vol d'oiseau. La Figure 3 montre la répartition des déplacements domicile-travail selon leur longueur, c'est-à-dire l'éloignement des actifs par rapport à leur lieu de travail. La distance médiane de ces déplacements sur le réseau routier est de 12 km.

L'estimation de la longueur des déplacements a pour but d'isoler les déplacements courts. En effet, l'utilisation des TC devient intéressante en termes de temps de parcours à partir d'une certaine distance. En dessous de cette distance, les modes doux sont en général plus adaptés, car plus rapides et plus flexibles, surtout en milieu urbain où les itinéraires piétons peuvent être de meilleure qualité que dans les zones rurales. Par exemple, un trajet de 1 km, à une vitesse moyenne de 4 km/h, nécessite environ 15 minutes. Dans le cadre de cette étude, l'ensemble des déplacements inférieurs à 2 km sont considérés comme des déplacements

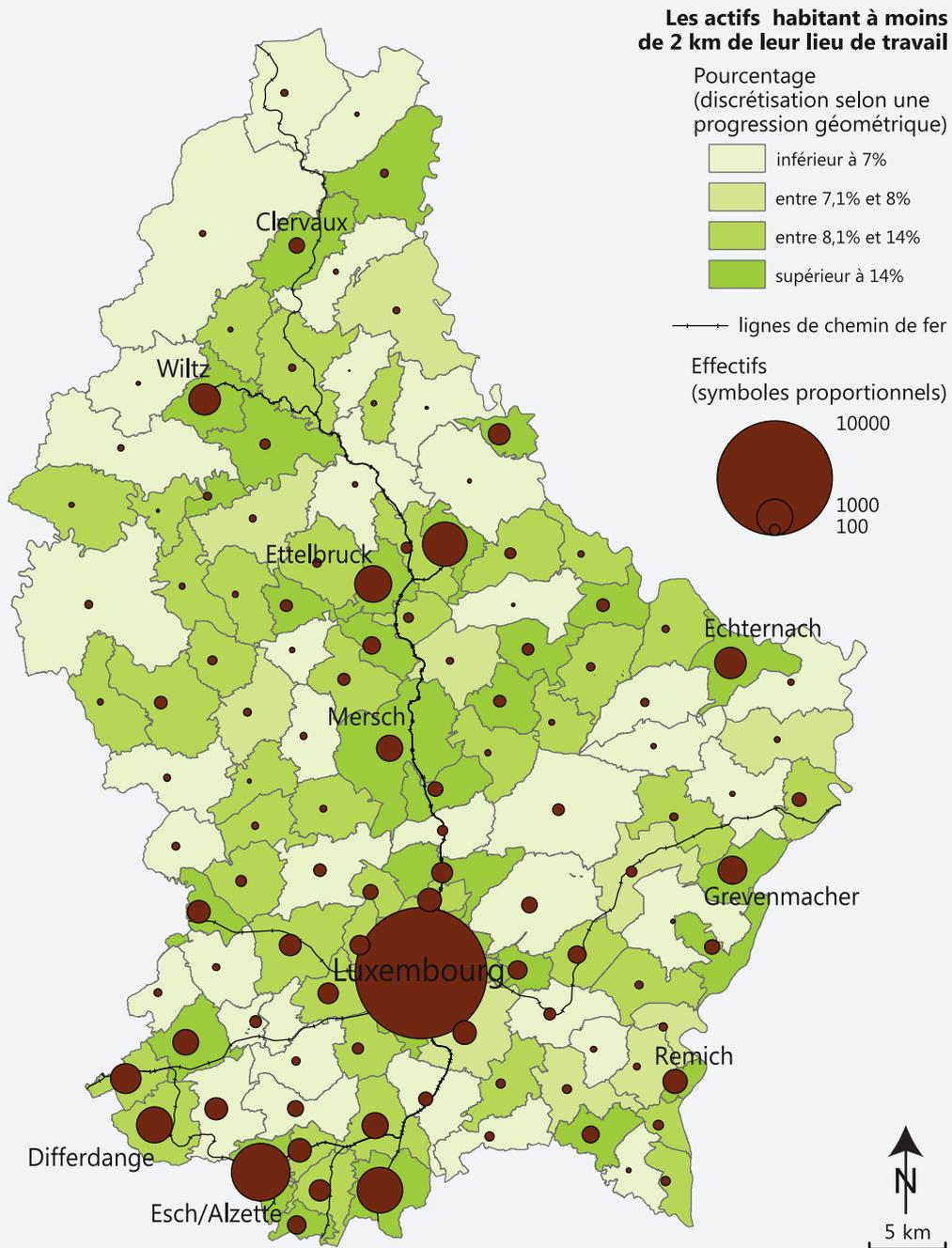
de proximité ; le domaine de pertinence des TC commence au-delà de cette limite.

Cette dernière permet de supposer que la marche à pied ou le vélo sont alors les meilleures alternatives à la voiture pour près de 36 500 actifs (17%), soit ceux qui habitent à moins de 2 km de leur lieu de travail. La Carte 1 montre la répartition de ces déplacements courts sur le territoire selon la commune de résidence. Les communes où se situent les pourcentages de déplacements de proximité les plus élevés correspondent logiquement aux communes qui comptent un pourcentage important d'actifs travaillant dans leur commune de résidence. Au total, 32% des actifs travaillent dans leur commune de résidence ; par contre, la distance entre le domicile et le lieu de travail dans une même commune peut être supérieure à 2 km. Les déplacements de proximité les plus nombreux se situent à Luxembourg, Esch-sur-Alzette, Dudelange puis Diekirch et Ettelbruck. Autrement dit, c'est dans ces communes que se trouve le plus grand nombre de salariés habitant à proximité de leur lieu de travail.

FIGURE 3. La répartition cumulée des actifs selon la longueur de leur trajet domicile-travail



CARTE 1. Actifs à moins de 2 km de leur travail selon la commune de résidence : 36 500 actifs



IV. UNE MAJORITÉ D'ACTIFS DISPOSENT D'UN ACCÈS EN TRANSPORTS EN COMMUN POUR SE RENDRE AU TRAVAIL

Selon les principaux critères fixés (*cf. partie III*), il n'existe aucune liaison en TC entre le domicile et le lieu de travail pour environ 26 500 déplacements domicile-travail. Autrement dit, ces déplacements ne peuvent pas être effectués entièrement en TC. Précisons que la taille de l'aire d'attraction autour des gares et des arrêts du bus et le nombre maximum de correspondances sont deux critères ayant une influence importante sur ce résultat.

S'ajoute encore un filtre supplémentaire consistant à éliminer les trajets aberrants en TC. Par exemple, Steinfort (arrêt « Um Quai ») et Kahler (arrêt « Kiirch ») dans la commune de Garnich, sont distants de 3 km à vol d'oiseau, cependant le trajet nécessite au mieux une heure et demie en TC (en respectant le critère de deux correspondances maximum), en passant successivement par Luxembourg et Bascharage et en utilisant trois bus différents. Les trajets sont considérés comme aberrants lorsque la vitesse, calculée par rapport à la distance à vol d'oiseau entre les lieux de départ et d'arrivée, est inférieure ou égale à 5 km/h. Le nombre de trajets ainsi écartés est de 2 500.

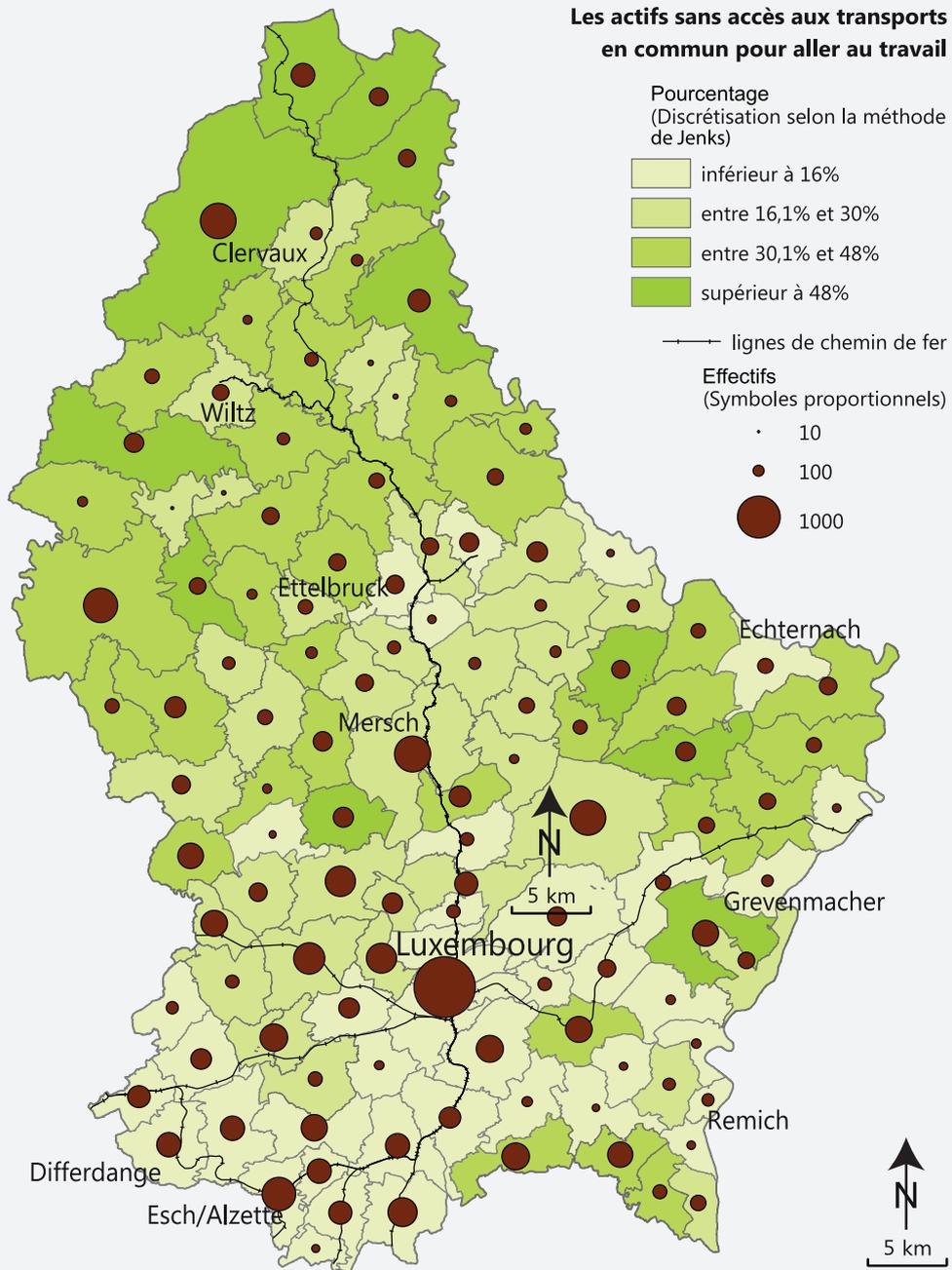
Ainsi, en additionnant les trajets impossibles et les trajets aberrants, 29 000 actifs n'ont pas de possibilité pour se rendre sur leur lieu de travail en utilisant exclusivement les TC. Cela représente 16% du total des actifs habitant à plus de 2 km de leur lieu de travail, soit 13% de l'ensemble des actifs.

La répartition spatiale de ce pourcentage (*cf. Carte 2*) est globalement plus élevée dans les communes du nord du pays et plus faible dans la capitale, dans les communes de l'ancien bassin minier et autour d'Ettelbruck, là où le réseau de TC est plus développé (Klein, 2010). En s'intéressant aux volumes et non plus aux pourcentages, la répartition est différente. En effet, le nombre élevé d'actifs résidents contrebalance dans une certaine mesure l'offre du réseau TC, dans le sens où le nombre d'actifs n'ayant pas accès aux TC pour se rendre sur leur lieu de travail est plus élevé dans les communes les plus peuplées, comme la capitale. De même, les emplois concentrés dans les communes urbaines ne sont pas nécessairement occupés par les actifs résidents de ces communes. Par exemple, le nombre d'actifs qui ne peuvent pas utiliser les TC est comparable dans les communes

d'Esch-sur-Alzette et de Wintrange. Les actifs dépendants de la voiture pour se rendre au travail n'habitent donc pas uniquement dans les zones périurbaines ou rurales, là où l'offre de TC est moins importante, mais ils peuvent également se localiser dans certaines zones urbaines.

A l'inverse, les résultats montrent que 151 500 actifs disposent d'un accès en TC pour se rendre au travail. La majorité des déplacements domicile-travail peuvent donc être réalisés en TC. Pour autant, le temps de trajet est-il compétitif par rapport à la voiture ?

CARTE 2. Les actifs sans accès aux transports en commun pour se rendre au travail, selon la commune de résidence : 29 000 actifs



Sources : CEPS/INSTEAD 2011
Auteurs : Klein S., Schmitz F., CEPS/INSTEAD 2011

V. DES TEMPS DE DÉPLACEMENTS COMPÉTITIFS EN TRANSPORTS EN COMMUN ?

Jusqu'ici, la démarche employée dans cette étude a conduit à identifier, premièrement, les actifs habitant à proximité de leur travail (distance inférieure à 2 km) et, deuxièmement, les actifs n'ayant pas la possibilité de se rendre à leur travail en TC. Tous les autres actifs (151 500, soit 70% du total) disposent donc théoriquement d'un accès en TC entre leur domicile et leur travail. Cette partie s'intéresse à la durée de ce trajet domicile-travail pour évaluer le nombre d'actifs bénéficiant d'une desserte en TC compétitive en termes de temps de parcours par rapport à la voiture.

Dans un premier temps, on s'intéresse uniquement aux performances des TC. Le Tableau 1 montre la répartition des actifs selon le temps qui leur serait nécessaire pour aller au travail en TC. Rappelons que le temps de déplacement tient compte des temps de marche vers et depuis les arrêts de bus ou les gares. Il est délicat de fixer un seuil permettant de déterminer quels trajets sont réalisables en TC dans un délai raisonnable. En fixant la limite à 45 minutes, par exemple, 89 000 actifs peuvent utiliser les TC pour se rendre au travail. Pour l'exprimer différemment, 38% des

actifs habitent à moins de 45 minutes de leur lieu de travail en TC. La médiane du temps de trajet, calculée par rapport aux seuls actifs qui ont un accès aux TC, est de 43 minutes. Ces chiffres sont à relativiser par la distance relativement petite des déplacements domicile-travail au Luxembourg (la médiane est de 12 km), et donc des vitesses qui sont potentiellement assez faibles.

C'est pourquoi, dans un second temps, pour chaque actif, la durée du trajet en TC est comparée à la durée du même trajet réalisé en voiture. Rappelons que les temps de déplacement moyens en voiture sont calculés pour l'heure de pointe du matin et prennent en compte les conditions de circulation moyennes. Ils peuvent être légèrement sous-estimés pour les trajets à destination de Luxembourg-Ville, dans la mesure où le modèle VP sous-évalue les temps perdus dans des embouteillages parfois très importants (Klein *et al.*, 2011). De même, les temps de déplacement ne tiennent pas compte de l'éventuel temps de recherche d'une place de stationnement ou du trajet entre le parking et le lieu de travail.

TABLEAU 1. Temps de déplacement domicile-travail en TC

Temps de déplacement en TC	Nombre d'actifs	%
Moins de 15 min.	2 000	1%
Entre 16 et 30 min.	36 000	17%
Entre 31 et 45 min.	43 000	20%
Entre 46 min. et 1 heure	36 000	17%
Entre 1 h01 et 1h30	29 500	14%
Supérieur à 1h30	5 000	2%
Sous-Total	151 500	70%
Pas de possibilité en TC ou déplacements courts	65 500	30%
Total	217 000	100%

Sources : CEPS/INSTEAD, 2011

Guide de lecture : 43 000 actifs mettraient entre 30 et 45 minutes pour se rendre au travail en TC.

La comparaison des temps de déplacement est abordée de deux manières complémentaires, par le rapport (cf. *Tableau 2.1*) puis par la différence (cf. *Tableau 2.2*) entre les temps de trajet en TC et en VP. Les deux approches montrent que la durée du trajet en voiture est dans l'ensemble, inférieure à celle en TC. Ainsi, pour les résidents vivant au Luxembourg, la voiture est le moyen de transport le plus rapide pour se rendre au travail. Toutefois, si les déplacements en TC sont généralement plus longs, l'écart avec la voiture reste mesuré pour une bonne partie des actifs.

Comme cela a été précisé dans la première partie de cet article, d'autres critères que le temps de parcours entrent en considération dans le choix du mode de transport (prix, sécurité, stress, etc.), et certains actifs peuvent choisir d'utiliser les TC en acceptant un temps de trajet plus long qu'en voiture. En supposant que des trajets en TC jusqu'à deux fois⁴ plus long qu'en VP soient compétitifs, 41 500 actifs disposent alors d'une desserte compétitive,

soit 19% de l'ensemble des actifs (cf. *Tableau 2.1*). Sous cette hypothèse, il existe ainsi un potentiel de report modal intéressant, d'autant que la durée totale du déplacement serait inférieure à 1 heure pour 34 500 d'entre eux. L'examen de la différence entre les temps de trajet conduit globalement aux mêmes conclusions. Si on considère cette fois comme compétitif un rallongement d'une durée de 20 min en TC par rapport à la VP, 45 000 trajets sont alors concernés (cf. *Tableau 2.2*).

A l'autre extrémité, 47 500 actifs (22%) mettent en TC trois fois plus de temps qu'en voiture pour aller au travail. Le réseau de TC n'est pas suffisamment compétitif par rapport à la voiture pour ces déplacements. Dans les secteurs peu denses, les coûts du renforcement du réseau de TC peuvent être disproportionnés par rapport au potentiel d'utilisateurs. Le covoiturage peut être alors l'alternative la plus adaptée pour réduire l'utilisation de la voiture individuelle.

TABLEAU 2.1 Rapport entre les temps de déplacement domicile-travail en transports en commun et en voiture

Rapport entre le temps de déplacement TC et VP (Temps TC / Temps VP)	Temps de déplacement en TC			% par rapport au total des actifs
	Temps TC < 1h	Temps TC > 1h	total	
Moins de 1,5	8 000	1 500	9 500	4%
Entre 1,5 et 2	26 500	5 500	32 000	15%
Entre 2 et 3	46 500	16 000	62 500	29%
Supérieur à 3	36 000	11 500	47 500	22%
Sous-total	117 000	34 500	151 500	70%
Pas de possibilité en TC ou déplacements courts	-	-	65 500	30%
Total	-	-	217 000	100%

Sources : CEPS/INSTEAD, 2011

Guide de lecture : le temps de trajet en TC est entre 2 et 3 fois plus long que celui en voiture pour 62 500 actifs ; parmi ces actifs, 46 500 ont un trajet en TC inférieur à 1h et 16 000 supérieur à 1h

TABLEAU 2.2 Différence des temps de déplacement domicile-travail entre les transports en commun et la voiture (2)

Différence entre le temps de déplacement en TC et celui en voiture	Temps de déplacement en TC			% par rapport au total des actifs
	Temps TC < 1h	Temps TC > 1h	total	
Moins de 10 min	11 000	-	11 000	5%
Entre 10min et 20min	45 000	500	45 500	21%
Entre 20min et 30min	40 000	2 500	42 500	20%
Entre 30min et 40min	18 500	8 000	26 500	12%
Plus de 40min	3 000	23 000	26 000	12%
Sous-total	117 000	34 500	151 500	70%
Pas de possibilité en TC ou déplacements courts	-	-	65 500	30%
Total	-	-	217 000	100%

Sources : CEPS/INSTEAD, 2011

Guide de lecture : le temps de trajet théorique en TC prend entre 10 et 20 minutes de plus qu'en voiture pour 45 500 actifs ; parmi ces actifs, 45 000 ont un trajet inférieur à 1h et 500 supérieur à 1h

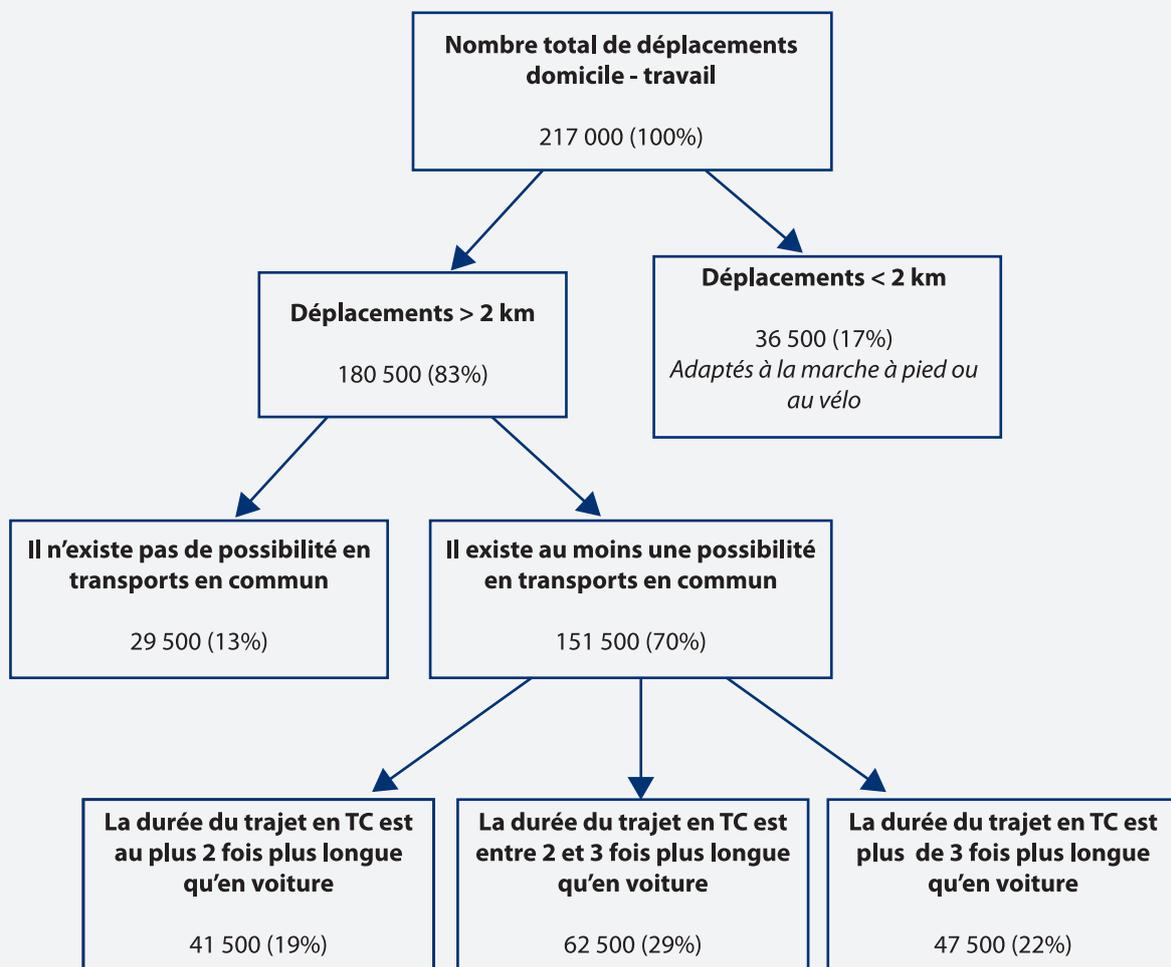
⁴ Fixer un seuil unique pour l'ensemble des actifs est réducteur et critiquable, mais cela est indispensable pour proposer une mesure synthétique du nombre d'actifs bénéficiant d'une desserte compétitive en TC

La synthèse de l'ensemble de la démarche est résumée dans la Figure 4. Ainsi, au total, 78 000 actifs auraient la possibilité de se rendre au travail autrement qu'en voiture, soit 36% des actifs qui se répartissent de la manière suivante : 17% de déplacements de proximité et 19% de déplacements en TC (ceux dont la durée du trajet est au plus deux fois plus longue qu'en voiture).

La Carte 3 permet de localiser où se situent majoritairement ces actifs qui pourraient se passer

de la voiture, et, réciproquement, ceux qui sont les plus dépendants de la voiture pour aller au travail. Les résultats reflètent la combinaison de l'efficacité des réseaux de TC et de la proximité avec un pôle d'emplois. Dans les communes desservies par le train ou des lignes de bus efficaces, la part d'actifs ayant une alternative à la voiture est logiquement plus élevée, tout comme dans les communes concentrant le plus d'emplois.

FIGURE 4 Classification des déplacements domicile-travail au Luxembourg



Auteurs : Klein S., Schmitz F., 2011

VI. RÉSIDER OU TRAVAILLER À LUXEMBOURG-VILLE FAVORISE LES TEMPS DE DÉPLACEMENT EN TRANSPORTS EN COMMUN

Les résultats sont très différents selon l'origine et la destination du déplacement, c'est-à-dire selon le lieu de résidence et le lieu de travail. Il est particulièrement intéressant de distinguer la capitale du reste du pays dans l'analyse des résultats (cf. *Tableau 3*), car elle concentre une proportion élevée des emplois du pays et bénéficie de la meilleure desserte en TC. Ainsi, les personnes habitant et travaillant dans la capitale pourront privilégier la marche à pied ou le vélo (37%), et les TC (15%, pour des temps de déplacement en TC inférieurs à 1,5 fois ceux de la voiture).

D'autre part, les personnes habitant en-dehors de Luxembourg-Ville mais y travaillant, bénéficient en moyenne des meilleurs temps de trajet en TC par rapport à la voiture. Sur 70 000 salariés, près de la moitié peuvent aller au travail en TC en mettant moins d'une fois et demi plus de temps qu'en

voiture. Ce résultat montre que les renforcements de l'offre de transports collectifs à destination des zones d'emplois de la capitale (augmentation des fréquences, des capacités, de la fiabilité du service, etc.) réalisés ou prévus, constituent des mesures appropriées pour augmenter le nombre d'utilisateurs des TC. On peut cependant noter que la dispersion des déplacements n'est pas favorable au développement et à l'utilisation des TC, comme le reflète la part relativement faible d'actifs bénéficiant d'un temps de trajet en TC compétitif par rapport à la voiture lors des déplacements domicile-travail dans le pays (3%)⁵.

Au total, parmi les 78 000 actifs qui bénéficient, selon les critères retenus précédemment, d'une alternative efficace à la voiture (modes doux et TC), 53 000 habitent et/ou travaillent dans la capitale.

TABLEAU 3 Les déplacements domicile-travail selon le lieu de résidence et de travail

Domicile	Travail	Déplacements inférieurs à 2 km		Déplacements impossibles en TC		Déplacements réalisables en TC Temps TC / Temps VP						Total des déplacements	
						TC/VP < 1,5		2 < TC/VP < 3		TC/VP > 3			
		volume	%	volume	%	volume	%	volume	%	volume	%	volume	%
VDL	VDL	12 750	37%	1 000	3%	5 250	15%	12 500	36%	3 000	9%	34 500	100%
VDL	Pays	0	0%	1 000	10%	2 000	20%	4 500	45%	2 500	25%	10 000	100%
Pays	VDL	250	0%	7 500	11%	31 500	45%	25 000	36%	5 250	8%	69 500	100%
Pays	Pays	23 500	23%	19 500	19%	2 750	3%	20 500	20%	36 750	36%	103 000	100%
Total		36 500	17%	29 000	13%	41 500	19%	62 500	29%	47 500	22%	217 000	100%

VDL : Ville de Luxembourg

Pays : L'ensemble du pays en-dehors de la ville de Luxembourg

Guide de lecture : il y a 34 500 actifs qui habitent et travaillent à Luxembourg Ville. Parmi ces actifs, 37% habitent à moins de 2 km de leur lieu de travail, 3% ne peuvent pas aller au travail en TC et 15% peuvent aller au travail en TC dans une durée au plus égale à 1,5 fois le temps nécessaire en voiture.

⁵ L'analyse de l'adéquation entre le réseau de transport et les déplacements des personnes habitant et travaillant dans le Grand-Duché en-dehors de la capitale doit être réalisée à une échelle plus petite.

CONCLUSION

L'objectif principal de cette étude était d'estimer le nombre d'actifs, résidant et travaillant au Grand-duché, qui bénéficient d'une offre de transport alternative à la voiture entre leur domicile et leur lieu de travail principal, en s'appuyant principalement sur une comparaison des temps de trajet. Ce travail a nécessité plusieurs choix méthodologiques : la définition des déplacements courts, le calcul des temps de transports, le rabattement vers les gares ou encore les heures de départ des actifs. La démarche a permis d'associer à chaque actif, connaissant son lieu de résidence et son lieu de travail au niveau infra-communal, une distance puis une durée de trajet en voiture et en TC, du moins pour les déplacements supérieurs à 2 km.

Trois enseignements majeurs peuvent être tirés de cette étude. Premièrement, malgré l'allongement des distances domicile-travail (Carpentier et Gerber, 2009), une part non négligeable d'actifs (17%) travaillent à moins de 2 km de leur domicile. Les déplacements courts étant particulièrement adaptés à la marche à pied ou au vélo, ces actifs peuvent ainsi disposer d'une alternative à la voiture. Deuxièmement, la majorité des actifs (70% du total des actifs ou 84% des actifs habitant à plus de 2 km de leur emploi) dispose d'une offre en TC pour se rendre au travail. Ce chiffre est très élevé et il faut le relativiser en considérant les durées de trajet. En effet, la voiture reste plus rapide pour une grande majorité de ces déplacements, même pendant les heures de pointe. Cependant, et c'est le troisième enseignement, en considérant que la durée du trajet en TC est attractive dans une limite de temps deux fois supérieure à la voiture, 41 500 actifs disposent d'une liaison efficace pour se rendre au travail en TC, soit 19% des actifs.

En réponse à la question posée au départ, le nombre d'actifs résidant au Luxembourg et pouvant se passer de la voiture pour se rendre au travail est donc estimé à 78 000, soit 36% des actifs. Cette estimation est basée sur les distances et les durées des déplacements domicile-travail, et ne prend pas en compte l'ensemble des facteurs influençant le choix modal. Elle constitue un indicateur, certes à relativiser selon les choix méthodologiques exposés, mais qui donne un aperçu global et synthétique des possibilités dont disposent les résidents au Luxembourg pour se rendre à leur travail. A titre de repère, les enquêtes

les plus récentes montrent que, en 2007, 21% des actifs n'utilisaient pas la voiture pour aller au travail (13% en TC et 9% en modes doux).

Enfin, cette comparaison des temps de déplacement devrait être nuancée en fonction de la perception que les personnes peuvent en avoir. En effet, la perception du temps de déplacement est différente selon les personnes et les modes de transports (Vincent, 2008). Les conducteurs peuvent ainsi avoir le sentiment de perdre leur temps en voiture (Beirão, 2007). A l'inverse, le temps de déplacement à pied, en vélo ou en TC peut être perçu comme un temps réutilisable et non un temps perdu. Dans le cas des TC, le temps de déplacement est ainsi susceptible d'être réapproprié au profit d'autres activités (lecture, repos, etc.), sous réserve que les conditions de transport le permettent (confort, tranquillité, etc.). En résumé, un temps de trajet attractif (par rapport à la voiture) est une condition nécessaire mais pas suffisante pour inciter les personnes, en situation de choix, à utiliser les TC (Kaufmann, 2002). La comparaison des temps de trajet effectuée ici fournit alors une analyse de l'efficacité des réseaux de transports pour assurer l'accès aux emplois, mais elle ne suffit pas à elle seule pour expliquer puis agir sur les choix du mode de transport. Des études comportementales devraient être menées au Luxembourg à ce sujet, afin de préciser les réponses à apporter pour assurer la durabilité des systèmes de transport.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BEIRÃO G., SANSFIELD CABRAL J. A., 2007, Understanding attitudes towards public transport and private car: A qualitative study, *Transport Policy*, vol. 14, pp. 478-489.

BONNEL P., CABANNE I., MASSOT M.-H (dir.), 2003, *Evolution de l'usage des transports collectifs et politiques de déplacements urbains*, Paris, La Documentation Française.

CARPENTIER S., GERBER P., 2009, *Les déplacements domicile-travail : en voiture, en train ou à pied ?* Ed. CEPS/INSTEAD, Vivre au Luxembourg, n°53, 2p.

Commissariat Général au Développement Durable, La mobilité des Français Panorama issu de l'enquête nationale transports et déplacements 2008, http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/fileadmin/documents/Produits_editoriaux/Publications/La_revue_du_CGDD/2010/La_mobilite_des_Francais_ENTD_2008_revue_cle7b7471.pdf.

CROZET Y., 2005, *Le temps et les transports de voyageurs*, Le temps et les transports, Table Ronde 127, Conférence européenne des Ministres des transports, pp. 31-51.

ENAUX C., 2009, Processus de décision et Espace d'activités/déplacements. Une approche articulant routine cognitive et adaptation événementielle. *Cybergeo European Journal of Geography* [En ligne], Espace, Société, Territoire, document 453, consulté le 21 octobre 2011. URL : <http://cybergeo.revues.org/22221> ; DOI : 10.4000/cybergeo.22221.

FAIVRE D'ARCIER B., 2008, *Explorer les changements de comportements et d'attitudes face à l'automobile*, Automobilités et Altermobilités Quels Changements, Ed. l'Harmattan, Coll. Dossier Sciences Humaines et Sociales, pp. 133-145.

HANSEN W. G., 1959, How accessibility shapes land use? *Journal of the American Planning Institute*, n°25, pp 73-76.

HANDY S.L., NIEMEIER D.A., 1997, Measuring accessibility: an exploration of issues and alternatives, *Environnement and Planning A*, vol. 29, pp 1175-1194.

KAUFMANN V., 2002, Temps et pratiques modales. Le plus court est-il le mieux ? *Recherche - Transports – Sécurité*, 2002, n°78, pp 131-143.

KLEIN S., 2010, Les transports en commun au Luxembourg en 2006-2007, *Les cahiers du CEPS/INSTEAD*, Cahier n°2010-11, 20 p.

KLEIN S., SCHMITZ F., GERBER P., 2011, *Modeling and simulating accessibility within the Luxembourg cross-border area*, Proceedings of the BIVIC-GIBET Transport Research Day 2011, pp.365-375.

MINISTÈRE DES TRANSPORTS, 2010, *Lignes d'autobus – Indicateur Officiel des Horaires, Régime général des Transports Routiers*. 2009.

Office fédéral de la statistique, 2007, La mobilité en Suisse, Résultats du microrecensement 2005, <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/news/publikationen.html?publicationID=2701>

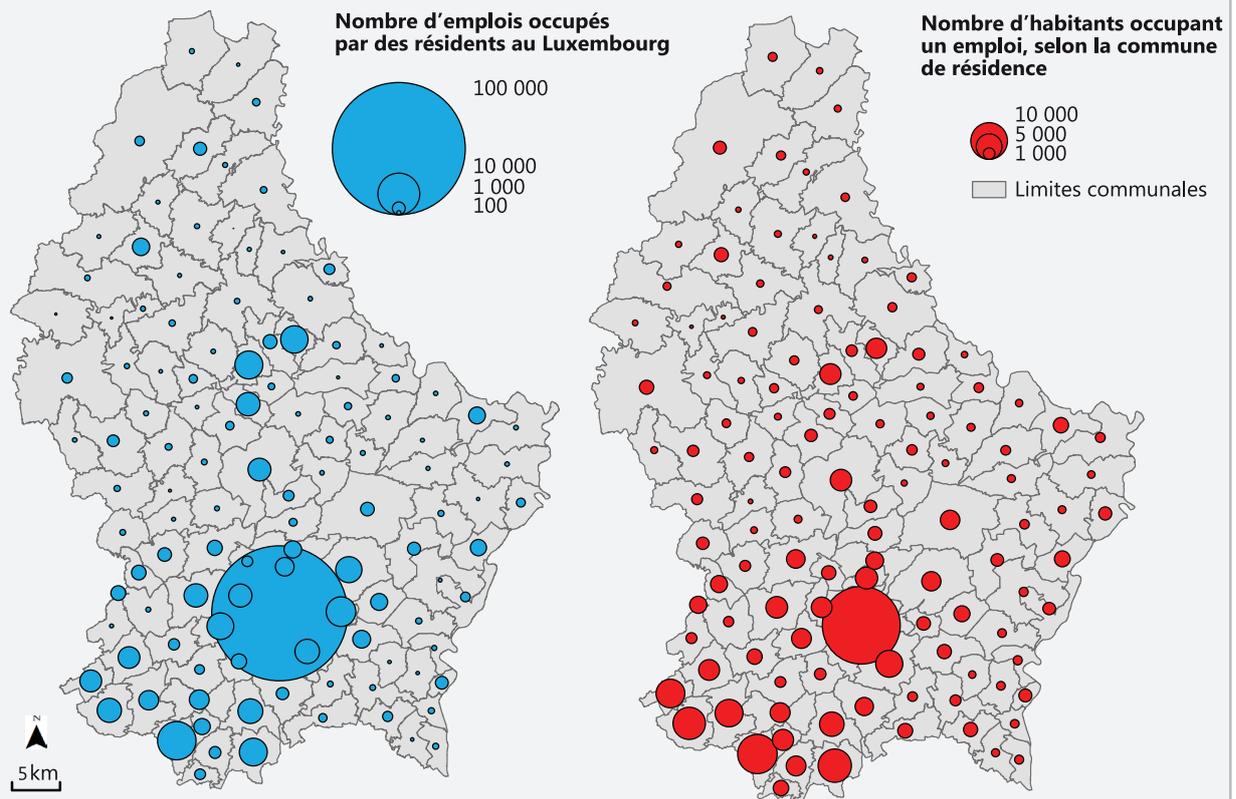
ROCCI A., 2008, *Comprendre les freins et les leviers du changement de comportement de mobilité à travers la notion de « capital mobilité »*, Automobilités et Altermobilités Quels Changements? Ed. l'Harmattan, Coll. Dossier Sciences Humaines et Sociales, pp. 157-169.

LANGERS J., PELTIER F., 2010, Projections socio-économiques 2010-2060, *Bulletin du STATEC* n°5-10, pp.247-290, <http://www.statistiques.public.lu/fr/actualites/population/population/2010/10/20101026/index.html>.

VINCENT, S. 2008, *Les « altermobilités » : analyse sociologique d'usages de déplacements alternatifs à la voiture individuelle. Des pratiques en émergence ?* Thèse de doctorat, Université Paris 5 <http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/33/16/59/PDF/theseSVINCENT.pdf>.

ANNEXES

ANNEXE 1. Communes de résidence et de travail pour les habitants au Luxembourg (2009)



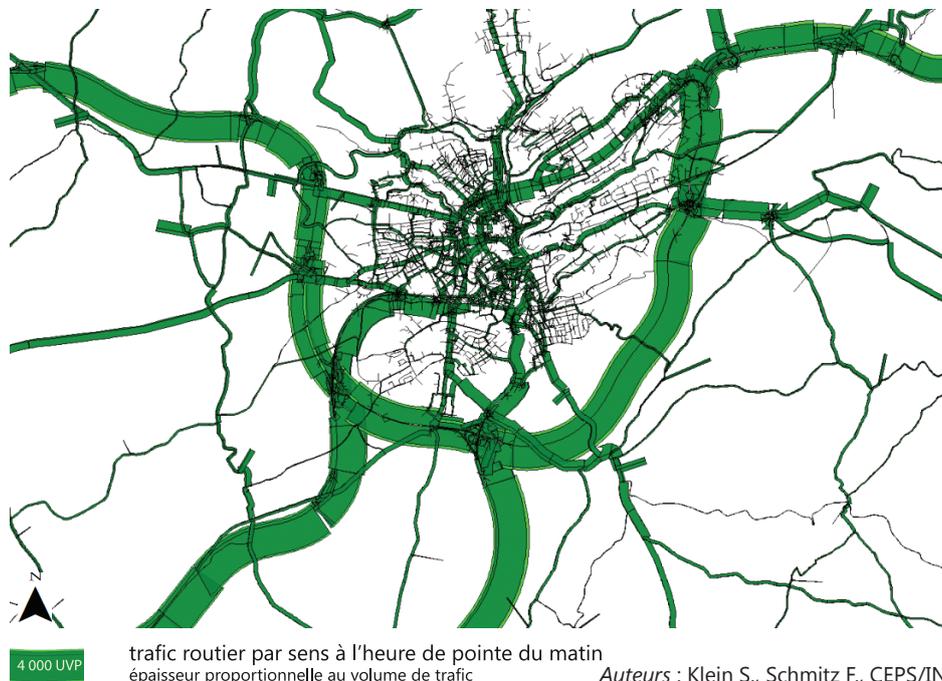
Sources : STATEC, IGSS
Auteurs : Klein S., Schmitz F., CEPS/INSTEAD 2011

ANNEXE 2. Calcul des temps de déplacements en voiture

L'estimation des matrices de temps de parcours en voiture est réalisée au moyen d'un modèle de trafic routier statique et agrégé (Klein, Schmitz, Gerber 2010). Ce modèle s'appuie sur la méthodologie classique en 4 étapes : génération, distribution, partage modal et affectation. Quelques précisions s'imposent ici. Ainsi, les trois premières étapes, relatives à la construction de la matrice déplacements origine-destination (OD), sont simplifiées, notamment par manque de données récentes. Seuls les déplacements domicile-travail de l'ensemble des actifs au Luxembourg sont modélisés (frontaliers et résidents). A l'heure de pointe du matin, sachant que ces déplacements représentent 68% des distances parcourues en voiture en France, il est possible de supposer que ce pourcentage est encore plus élevé au Luxembourg, étant donné le nombre d'emplois très important par rapport à la population résidente. En parallèle, l'ensemble du réseau routier est modélisé sous forme d'arcs et de nœuds, sur l'ensemble du Luxembourg et des régions frontalières.

Ces opérations effectuées, la matrice OD est alors affectée sur le réseau routier en respectant le principe d'équilibre usager⁶. La cohérence de ces résultats est ensuite vérifiée en comparant les flux modélisés avec les comptages routiers disponibles ; on procède si nécessaire à différents calages pour que le volume de trafic modélisé se rapproche du trafic mesuré sur les principaux itinéraires. On obtient ainsi la répartition des flux de trafic sur le réseau routier à l'heure de pointe du matin. La vitesse sur chaque arc et les temps d'attente aux principaux carrefours sont alors mis à jour en fonction des volumes de trafic, et deviennent représentatifs des conditions de circulation moyenne (même si cette méthode sous-estime les impacts des encombrements les plus importants). On peut enfin calculer les temps de parcours entre l'ensemble des 544 zones du modèle situées au Luxembourg.

FIGURE 5. Exemple de visualisation issue du modèle routier, le volume de trafic routier à l'heure de pointe du matin dans l'agglomération de Luxembourg



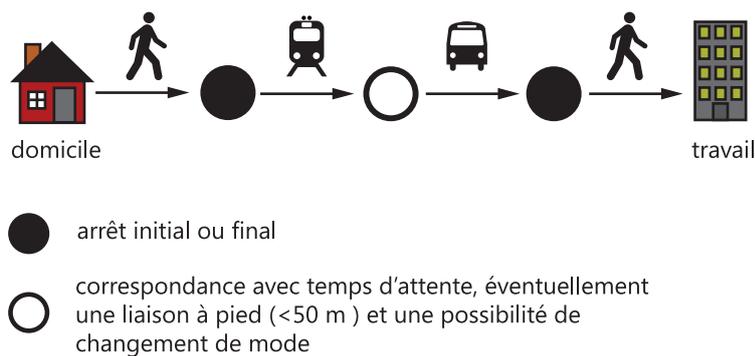
⁶ Cette étape est réalisée avec le logiciel Omnitrans 5.1.24

ANNEXE 3. Calcul des temps de déplacement en transports en commun

Le temps de déplacement en TC est composé de plusieurs temps (cf. Figure 6) estimés séparément :

- Estimation du temps de trajet entre le domicile et l'arrêt initial,
- Modélisation du temps de trajet en transport en commun, incluant les temps d'attente entre les éventuelles correspondances et des temps de marche entre d'éventuels changements d'arrêts,
- Estimation du temps de trajet entre l'arrêt terminal et le lieu d'emploi.

FIGURE 6. Décomposition d'un temps de trajet en TC



Les *temps de trajet initiaux et terminaux* sont estimés sur la base d'un temps de marche à pied. La longueur maximale pour ces trajets a été fixée à 500 m pour un arrêt de bus, et à 1 000 m pour une gare. Cette distinction traduit une plus forte attraction du mode train par rapport au mode bus. La longueur de ce trajet à pied est calculée à partir de la distance à vol d'oiseau à laquelle on applique un coefficient de 1,3 pour tenir compte des détours effectués sur un réseau viaire. La vitesse de marche est fixée à 3,6 km/h (soit 1 m/s). Cela correspond au maximum à des temps de marche de 8 min pour gagner ou partir d'un arrêt de bus et 16 min dans le cas d'une gare.

Le *calcul du temps de trajet* en TC est modélisé à partir des horaires de passages officiels de 2010. Un itinéraire minimisant le temps de trajet est déterminé grâce à un programme adaptant l'algorithme de Dijkstra tenant compte des horaires de passage, et, dans le cas des bus, des contraintes de montées et descentes à un arrêt⁷. Les contraintes fixées pour cette recherche d'itinéraire en TC sont présentées dans le Tableau 4. Notons que ce modèle ne prend pas en compte les limites de capacités des bus et des trains et suppose qu'il y a toujours de la place disponible. L'objet de l'étude est en effet d'analyser les meilleurs temps de trajets en TC, non les charges de trafic et les éventuelles saturations du réseau.

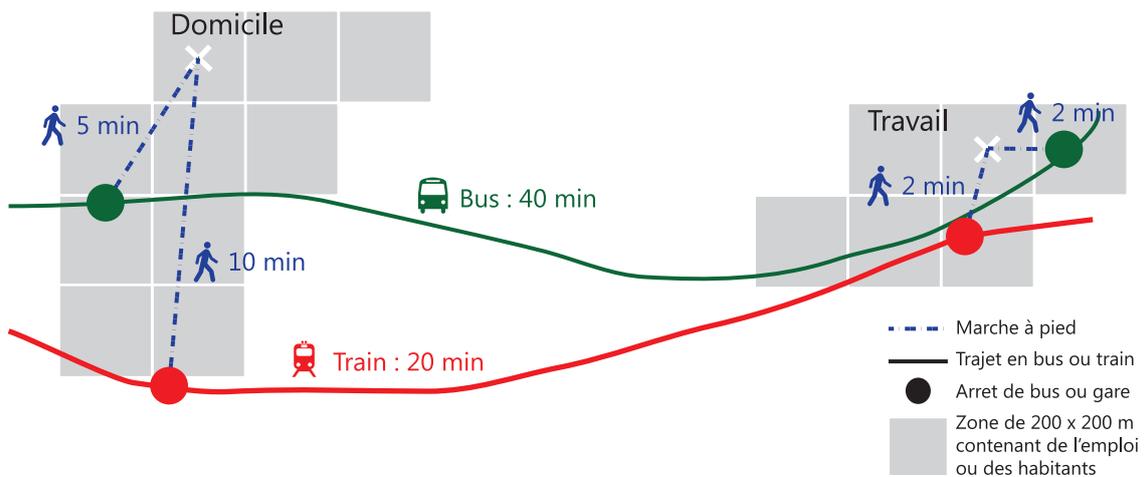
Les différents temps étant calculés séparément, on recherche ensuite, entre chaque lieu de domicile et lieu de travail, les arrêts entre lesquels le temps de trajet total, c'est-à-dire incluant les temps de rabattement à pied vers les arrêts, est minimal (cf. Figure 7).

On dispose alors d'une matrice des meilleurs temps de parcours pour l'ensemble des déplacements domicile-travail des résidents au Luxembourg.

⁷ En effet, à certains arrêts, il peut être permis de monter dans le bus mais pas d'en descendre, et vice-versa pour le bus allant en direction inverse.

TABEAU 4. Contraintes utilisées pour la recherche d'un itinéraire en TC

Heure de départ	Entre 7 h et 8 h
Journée type	Mardi hors vacances scolaires ou férié
Nombre maximum de correspondances	2 changements au maximum
Durée d'attente maximale entre deux transports	20 min
Durée minimale pour prendre une correspondance entre deux lignes de TC	5 min

FIGURE 7. Recherche des arrêts permettant un trajet de temps total minimal entre le domicile et le travail

Note de lecture : deux itinéraires sont possibles en TC : un itinéraire en bus de 40 min (en vert) avec un temps de rabattement (en bleu) de 5 min et 2 min, soit un temps total de 47 min, un autre itinéraire en train de 20 min (en rouge) avec un temps de rabattement de 10 min et de 2 min, soit un total de 32 min. C'est le trajet en train qui sera retenu.

CAHIERS DU CEPS/INSTEAD PARUS EN 2011

■	N°14	Entreprises & Organisation industrielle	Les pratiques en matière d'e-commerce transfrontalier par les individus de l'Union Européenne Ludivine MARTIN, Sybil PAGNY
■	N°13	Géographie & Développement	L'aménagement du territoire dans les espaces urbains frontaliers est-il une réalité ? Le cas des aires métropolitaines transfrontalières du Luxembourg et Lille Frédéric DURAND
■	N°12	Population & Emploi	Liberté ou égalité ? Ce qu'en pensent les résidents du Luxembourg Charles FLEURY, Paul DICKES
■	N°11	Entreprises & Organisation industrielle	L'équilibre hommes / femmes dans la Recherche luxembourgeoise : l'incidence du système national de recherche Vincent DAUTEL
■	N°10	Population & Emploi	L'absentéisme au travail : un phénomène multidimensionnel ? Mireille ZANARDELLI, Anne-Sophie GENEVOIS, Thierry MAZOYER
■	N°09	Population & Emploi	L'absentéisme pour maladie dans les entreprises privées implantées au Luxembourg Mireille ZANARDELLI, Anne-Sophie GENEVOIS, Thierry MAZOYER
■	N°08	Population & Emploi	L'impact de la crise économique sur l'emploi au Luxembourg Jacques BROSIUS
■	N°07	Population & Emploi	Les recrutements et le genre Kristell LEDUC
■	N°06	Population & Emploi	Négociation salariale à l'embauche : Nouvelle piste d'explication du différentiel de salaire entre résidents et frontaliers Laetitia HAURET
■	N°05	Population & Emploi	Difficultés de recrutement dans les entreprises implantées au Grand-Duché Anne-Sophie GENEVOIS
■	N°04	Population & Emploi	Manifesto for Happiness. Shifting society from money to well-being. Stefano BARTOLINI
■	N°03	Population & Emploi	Perception of marriage in Luxembourg Marie VALENTOVA
■	N°02	Population & Emploi	Religion au Luxembourg. Quelle évolution entre 1999 et 2008 ? Monique BORSENBERGER, Paul DICKES
■	N°01	Population & Emploi	Spécificités et performances des canaux de recrutements Anne-Sophie GENEVOIS



Sources Mixtes
Groupe de produits issus de forêts
bien gérées, de sources contrôlées
et de bois ou fibres recyclés
www.fsc.org Cert no. CU-COC-812363
© 1996 Forest Stewardship Council

ISSN: 2077-3048

CEPS
I N S T E A D

3, avenue de la Fonte
L-4364 Esch-sur-Alzette
Tél.: +352 58.58.55-801
www.ceps.lu