



HAL
open science

Simulation de l'accessibilité en transport en commun transfrontalier vers le Luxembourg

Julien Schiebel, Sylvain Klein, Samuel Carpentier

► **To cite this version:**

Julien Schiebel, Sylvain Klein, Samuel Carpentier. Simulation de l'accessibilité en transport en commun transfrontalier vers le Luxembourg. 49e colloque de l'Association de Science Régionale De Langue Française, " Industrie, villes et régions dans une économie mondialisée ", UMR ThéMA; ASRDLF, Jul 2012, Belfort, France. halshs-01132740

HAL Id: halshs-01132740

<https://shs.hal.science/halshs-01132740v1>

Submitted on 18 Mar 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Industrie, villes et régions dans une économie mondialisée



SIMULATION DE L'ACCESSIBILITÉ EN TRANSPORT EN COMMUN TRANSFRONTALIER VERS LE LUXEMBOURG¹

Julien SCHIEBEL^{1,2}, Sylvain KLEIN¹, Samuel CARPENTIER¹

¹ Centre d'Études de Populations, de Pauvreté et de Politiques Socio-Économiques (CEPS/INSTEAD), Esch/Alzette, Luxembourg

² Laboratoire IDEES (UMR-6266, CNRS/Université de Rouen)

julien.schiebel@ceps.lu

Résumé: L'augmentation importante du nombre de travailleurs frontaliers au Luxembourg, génère de nombreux flux de déplacements. Les différents scénarios de développement du Luxembourg prévoient ainsi une progression des déplacements domicile-travail allant jusqu'à 35% en 2020. Pour faire face à l'augmentation du trafic, dans un contexte d'hégémonie automobile, le gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg ambitionne d'atteindre un partage modal de 25% en faveur du transport collectif parmi les déplacements motorisés à l'horizon 2020. La réussite de cet objectif est, en partie, liée à l'efficacité du réseau de transport en commun, notamment en termes de temps de trajet. À travers cet article, il s'agit de mesurer puis de simuler l'accessibilité spatio-temporelle pour évaluer un scénario de développement du réseau de transport en commun transfrontalier sur la base de différents documents d'aménagement.

Mots clé: Aménagement du territoire, Mobilité, SIG, Anamorphose, Analyse spatiale

¹ Cet article s'inscrit dans le cadre de la thèse de J. Schiebel, sous la direction de S. De Ruffray, « *Évaluation prospective de la planification des politiques de transports à travers le concept de mobilité durable transfrontalière. Application à la Grande Région* ». Cette thèse est réalisée avec le soutien du Fonds National de la Recherche du Luxembourg.

L'ACCESSIBILITÉ EN TRANSPORT EN COMMUN TRANSFRONTALIER VERS LE LUXEMBOURG : SITUATION ACTUELLE ET PROJECTION EN 2025

INTRODUCTION

Au Luxembourg, le processus de périurbanisation s'étend au delà des frontières nationales, générant ainsi une aire métropolitaine fonctionnelle transfrontalière (Sohn, Walther, 2008). Ce phénomène, alimenté par les mobilités résidentielles (Gerber *et al.*, 2012) et par l'augmentation du nombre de travailleurs frontaliers, entraîne, entre autres, une augmentation du trafic automobile. Dans un contexte de développement durable, périurbanisation et dépendance automobile sont autant d'enjeux adressés aux politiques, puisque largement associés à la consommation excessive d'énergie et d'espace.

Pour faire face à ces enjeux d'aménagement du territoire, un document stratégique, développé en partenariat avec plusieurs ministères luxembourgeois et appelé IVL (Integratives Verkhers und Landesentwicklungskonzept, 2004), propose différentes possibilités de développement spatial du Luxembourg, dans une perspective de développement durable. L'ensemble de ces propositions se basent sur les principes d'une forte densité et d'une mixité fonctionnelle, devant permettre de promouvoir le transport public et d'améliorer l'accessibilité. Ces enjeux ont récemment été repris par la stratégie MODU (stratégie globale pour une mobilité durable, 2012), qui entend favoriser l'alternative à la voiture, notamment par le développement des transports en commun et des modes doux. L'objectif affiché est d'atteindre une part modale des transports en commun de 25% de l'ensemble du trafic motorisé à l'horizon 2020.

Les transports publics deviennent ainsi un enjeu important dans ce contexte interrégional puisqu'ils doivent prendre en charge une part importante des flux de navetteurs. Le Luxembourg est l'une des zones frontalière de l'Union Européenne les plus dynamique puisque plus de 150 000 frontaliers² traversent la frontière quotidiennement pour aller travailler au Grand-duché. Ce chiffre, en nette augmentation sur la dernière décennie (+57% entre 2001 et 2011), est amené à progresser davantage dans les prochaines années. En effet, les différentes tendances socio-économiques et démographiques concernant le Luxembourg, présagent un besoin de main-d'œuvre toujours plus important dans les années à venir. Ainsi, l'IVL évalue la création de nouveaux emplois à hauteur de 91 000 à l'horizon 2020. Les différents scénarios prédisent que 40 à 75% de ces emplois seraient occupés par des frontaliers, engendrant ainsi une augmentation sensible de leurs déplacements (IVL, 2004). Il semble donc nécessaire que les transports en commun captent la part la plus importante de ces flux supplémentaires.

Les nombreux flux actuels générés par l'ensemble de frontaliers sont majoritairement (86%) effectués en voiture (Schmitz et Gerber, 2011). Bien que ce phénomène entraîne la formation d'embouteillages et de ralentissements durant les heures de pointe en direction du Luxembourg, allongeant alors la durée des déplacements, l'usage des transports en commun est limité. Seuls 14% des frontaliers prennent les transports en commun depuis leur domicile, soit comme unique mode (pour 29% d'entre eux), soit en le combinant avec un rabattement par voiture privée (71%) (Schmitz, Gerber, 2011). Cette faible utilisation des transports en commun peut alors être interprétée comme la conséquence, en partie du moins, d'une accessibilité insuffisante. Ce concept d'accessibilité, défini comme la plus ou moins grande facilité de se rendre d'un lieu à un autre (Reymond, 1998), est envisagé dans cet article selon la dimension spatio-temporelle, autrement dit, à travers les temps d'accès. En première approche, et compte tenu de l'importance du temps de trajet dans le choix modal des frontaliers, cette accessibilité spatio-temporelle est envisagée comme un indicateur permettant d'évaluer l'efficacité du réseau et, ainsi, son attractivité.

² Source: IGSS, STATEC, 2008.

Dans la première partie de cet article, il s'agit, d'une part, de définir plus précisément les enjeux territoriaux du développement du transport en commun transfrontalier, et, d'autre part, de présenter les différents documents régissant le transport à l'échelle de la Grande Région. La deuxième partie est consacrée à la mesure de l'accessibilité en transport en commun transfrontalier vers le Luxembourg en 2010 à l'aide de différents indicateurs. Enfin, la dernière partie présente un scénario de développement du réseau de transport en commun transfrontalier implémenté dans le SIG grâce à une phase de recensement des différents projets. Une simulation de l'accessibilité future est alors à nouveau mobilisée pour évaluer l'impact potentiel de ce scénario.

1. UN RESEAU DE TRANSPORT EN COMMUN TRANSFRONTALIER CONSTRUIT POUR REpondre Àux BESOINS DES TRAVAILLEURS

Dans cet article, l'approche de l'efficacité du réseau de transport en commun est évaluée à travers les déplacements domicile/travail des frontaliers. Les transports en commun possèdent différents enjeux liés à ce type de déplacement, d'un point de vue spatial et temporel. La structure du réseau est un élément important car elle permet de répondre plus ou moins efficacement à ces enjeux. Cette structure reste en partie conditionnée par la volonté de promouvoir ce mode de transport, à travers les textes et outils de programmation.

1.1 Les enjeux du transport en commun

Dans le contexte actuel de la généralisation de la prise en compte du concept de développement durable dans le domaine du transport, l'enjeu environnemental semble directement lié à la problématique du transport en commun. Un report modal depuis la voiture vers les transports en commun aurait des conséquences positives sur l'environnement étant donné que ce mode de déplacement est considéré comme plus respectueux de l'environnement que la voiture. En effet, un déplacement en transport en commun génère en moyenne 37,5 gCO₂ par km alors que cette valeur atteint 198 gCO₂ par km pour les déplacements en automobiles (RAC-F d'après « Module GES transports - calcul des émissions », EPE/ADEME, 2005). D'autres enjeux, sociaux (principe d'équité) ou urbains (étalement urbain) peuvent également être pris en compte (Besnehard, Zegagh, 2005). Tout en gardant à l'esprit ces différentes dimensions du report modal, cet article se focalise, en première approche, sur les temps d'accès en transport en commun.

Dans le contexte transfrontalier du Luxembourg, où la frontière joue un rôle de discontinuité d'un point de vue économique, les salaires et les logements étant plus élevés au Luxembourg (source), une forme singulière de « spatial mismatch », c'est à dire le décalage entre le lieu de résidence et le lieu de travail (Kain, 1968), va générer des déplacements plus longs, en termes de distance mais aussi en termes de temps. Ainsi, un premier enjeu du transport en commun est sa capacité à diminuer la durée des déplacements. Autrement dit, il s'agit de la capacité à « contracter » le mieux possible l'espace-temps (Pumain *et al.*, 1999), afin de rapprocher les travailleurs frontaliers de leurs lieux de résidences et d'emplois.

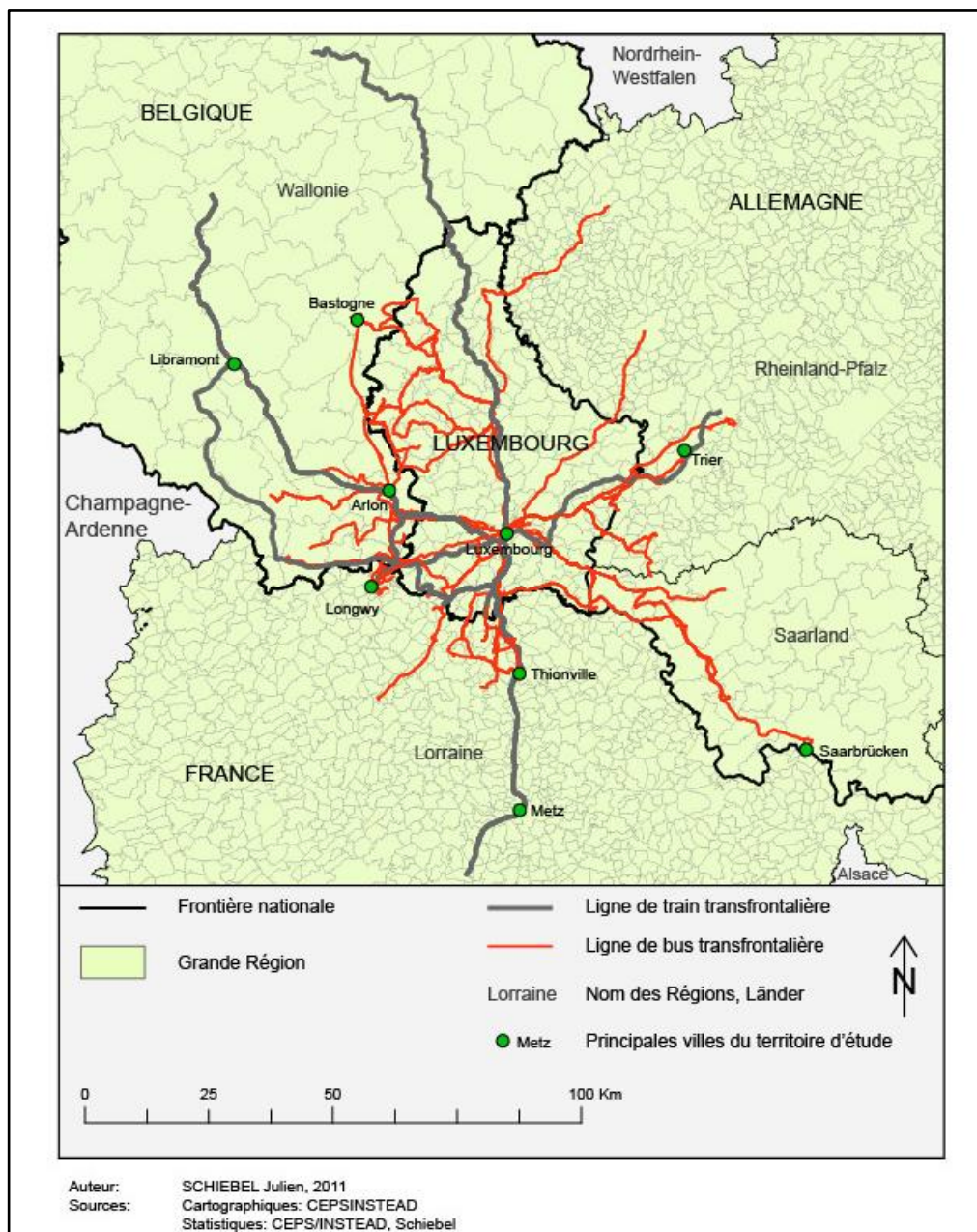
De plus, la forte polarisation des emplois à Luxembourg-Ville, (près de 40% des emplois, STATEC), implique que le réseau de TC doit desservir efficacement la capitale du Grand-Duché, spatialement et temporellement. Le réseau de transport en commun doit dès lors capter un maximum de travailleurs frontaliers. Ainsi, un second enjeu du transport en commun est de faciliter les interactions spatiales entre les pôles majeurs de résidence des travailleurs frontaliers et les pôles principaux d'emploi au Luxembourg.

Les enjeux spatiaux et temporels du développement du transport en commun sont multiples vis à vis des déplacements domicile/travail. La poursuite de ces enjeux dépend en grande partie de l'efficacité de la structure spatiale et temporelle du réseau de transport en commun transfrontalier.

1.2 L'état des infrastructures de transport en commun transfrontalier en 2010

Le recensement des liaisons transfrontalières nous indique que le Luxembourg peut s'appuyer actuellement sur 40 lignes de bus et 16 lignes ferroviaires (figure 1). Ce réseau n'est pas à proprement parler transfrontalier dans la mesure où il s'agit d'un agglomérat de réseaux nationaux plus ou moins bien connectés entre eux. Ces réseaux sont exploités par plusieurs opérateurs nationaux, privés ou publics, qui traversent la frontière pour opérer à l'étranger.

Figure 1: Lignes transfrontalières de transport en commun entre le Luxembourg et ses pays voisins en 2010



En ce qui concerne le rail, l'Allemagne est peu desservie puisqu'une seule ligne relie le Luxembourg à la Rhénanie-Palatinat. Le maillage de la Lorraine est plus développé avec 6 lignes de train et des dessertes aussi bien le long du sillon lorrain que sur les territoires frontaliers du Luxembourg. En Wallonie, même si l'on dénombre 9 lignes de train, la majorité se concentre sur l'axe reliant les villes de Luxembourg et d'Arlon. La plupart de ces lignes desservent la capitale luxembourgeoise qui constitue, avec son agglomération proche, le plus grand bassin d'emploi de cette région. En 2009, une nouvelle ligne a été créée, entre Thionville et Longwy *via* Esch/Alzette, afin de desservir le quartier de Belval qui constitue le plus grand projet d'aménagement du pays à l'horizon 2020.

Le maillage du réseau de bus transfrontaliers est plus dense que celui des trains. La Rhénanie-Palatinat et la Sarre sont desservies par 12 lignes de bus, ayant toutes pour destination la ville de Luxembourg. Ces lignes desservent plusieurs communes aux frontières du Luxembourg, aussi bien au sud-est du Grand-duché, qu'à l'est et au nord-est. Les 16 lignes de bus transfrontalières vers la Wallonie irriguent les régions frontalières au sud-ouest du Luxembourg et dans une moindre mesure les territoires autour de la commune de Bastogne. Au nord, 7 lignes de bus s'arrêtent dans les communes à forte activité industrielle de Colmar-Berg et de Wiltz, sans passer par la ville de Luxembourg. Les autres lignes ont toutes, pour destination ou pour origine, la ville de Luxembourg. La région Lorraine, quant à elle, est reliée au Luxembourg par 12 lignes de bus transfrontalières, et contrairement aux autres régions, seulement quatre d'entre elles sont dirigées vers la ville de Luxembourg. Les autres lignes desservent toutes les communes du sud du Grand-duché, mais la plupart sont cadencées afin de permettre une correspondance vers la capitale.

L'étude de la fréquence des lignes de bus et de train dévoile que le nombre de courses est plus important un jour de semaine que durant le week-end (1255 courses un jour de semaine contre 789 le samedi et 233 le dimanche). De plus, plus de 85% des trajets quotidiens en semaine desservent soit la commune de Luxembourg, soit la région frontalière du sud du Grand-Duché (ligne allant de Dudelange à Pétange), qui correspondent aux deux plus gros pôles pourvoyeurs d'emplois. Ces résultats nous incitent à affirmer que le réseau de transport collectif transfrontalier est avant tout pensé pour les déplacements domicile/travail.

La structure spatiale et temporelle du réseau de transport est directement liée à la volonté des décideurs de promouvoir ce mode de transport. L'analyse des documents de référence en matière de transport au Luxembourg et dans les régions voisines doit permettre de juger de l'importance du transport en commun et de son développement.

1.3 Les documents stratégiques de référence en matière de transport

S'agissant d'un contexte transfrontalier, il est nécessaire de prendre en compte, outre les documents régissant le transport au Luxembourg, ceux émanant de la Grande Région, puisque les déplacements des navetteurs s'inscrivent aussi bien sur les territoires lorrains et wallons, qu'en Sarre et en Rhénanie-Palatinat.

1.3.1 Une absence de document officiel à l'échelle de la Grande Région

Le transport est un sujet important dans la Grande Région et réapparaît très souvent dans les discours des responsables politiques. Il existe une volonté des exécutifs de la Grande Région de placer le transport au cœur du développement socio-économique régional, en « *faisant face aux besoins croissants en termes de mobilité et en renforçant le transport collectif transfrontalier* » (Présidence du 11^e sommet de la Grande Région, 2009). Cependant, il n'existe aucun document officiel global régissant le transport au niveau de la Grande Région. Seul un « Schéma de Développement de l'espace Saar-Lor-Lux+ » existe, dont un des objectifs est « *d'assurer un accès équivalent au savoir et aux infrastructures* », en misant essentiellement

sur le transport ferroviaire. Une vision stratégique de la Grande Région a été synthétisée dans un document présenté en 2003 lors du 7^{ème} sommet exécutif, s'intitulant « Vision d'avenir 2020 ». Ce document avait comme ambition principale la mise en place d'un système de transport en commun transfrontalier. Ceci devait être rendu possible par différents projets tels que la mise en œuvre d'un groupement de coopération transfrontalière³ (GECT) et d'une société d'exploitation pour les transports en commun transfrontaliers. Le GECT Grande Région, a été créée en 2010 et assure les fonctions d'autorité de gestion du Programme Interreg IV A « Grande Région ». Il permet de « *gagner en visibilité à l'échelle européenne et d'institutionnaliser les processus de coopération existants* » (12^{ème} Sommet de la Grande Région, 2011). La société d'exploitation pour les transports en commun transfrontalier n'est toujours pas opérationnelle, mais elle reste d'actualité comme l'atteste la « Conférence de haut niveau sur les transports dans la Grande Région » de Luxembourg en 2008.

1.3.2 La prise en compte de l'aspect transfrontalier dans les documents officiels luxembourgeois

Le Plan Sectoriel « Transport » (PST) constitue la base réglementaire de la mise en place de la politique des transports au Luxembourg. La PST intègre une démarche de planification qui vise à « *réduire de manière préventive les conflits potentiels entre la planification des transports et l'environnement* ». Ce document détaille les mesures et les projets qui nécessitent un cadre réglementaire. Plus récemment (2012) la stratégie MODU a été présentée par le gouvernement du Luxembourg, et propose de répondre aux défis actuels et futurs de la mobilité. Il reprend l'ensemble des projets d'infrastructures nationaux et transfrontaliers, en ayant au passage revisité le phasage de certains projets issus du PST, afin de réduire les coûts.

1.3.3 Le SMOT, une approche transfrontalière

À l'échelle transfrontalière, il existe un document issu de l'initiative conjointe du Luxembourg et de la France. Ce Schéma de Mobilité Transfrontalière (SMOT) est un outil opérationnel permettant de coordonner les orientations définies dans le cadre de documents de planification luxembourgeois (IVL, PST) et lorrain (Politique Régionale du Transport Collectif) afin de définir une stratégie commune de mobilité durable entre le Grand-Duché et la Région Lorraine. Il s'agit d'une démarche pionnière de coopération transfrontalière en Europe. Les enjeux du SMOT se concentrent essentiellement sur l'amélioration de la mobilité des travailleurs frontaliers lorrains, à travers le développement du rail et la mise en place d'une tarification simplifiée entre le Luxembourg et la France, et sur la question environnementale de lutte contre la pollution par le biais d'une incitation à l'augmentation de l'usage des transports en commun.

La mise en œuvre de la politique des transports est dictée par différents documents, de nature nationale, étant donné qu'il n'existe aucun document officiel à l'échelle de la Grande Région. Tous ces documents tendent à offrir davantage d'opportunités en transport en commun, afin de réduire la part modale de la voiture. Cependant, afin de faciliter ce report, le réseau de transport en commun transfrontalier se doit d'être efficace. La prochaine partie est consacrée à l'étude de cette efficacité par le biais de la mesure de l'accessibilité.

³ Le GECT vise à faciliter et promouvoir la coopération transfrontalière, en autorisant le regroupement de plusieurs collectivités de différents Etats membres et ce, sans signature préalable d'un accord international ratifié par les parlements nationaux.

2. MESURE DE L'ACCESSIBILITÉ EN TRANSPORT EN COMMUN TRANSFRONTALIER VERS LE LUXEMBOURG EN 2010

Si l'analyse préliminaire du réseau de transport en commun transfrontalier montre une couverture spatiale assez importante et structurée, cette offre de transport ne se traduit pas de manière très marquée dans les pratiques modales. Pour comprendre ce hiatus apparent, une analyse des temps de parcours semble nécessaire.

2.1 Le concept d'accessibilité

La définition de l'accessibilité proposée par Morris *et al.* (1979) est « *une mesure de la séparation spatiale des activités humaines qui traduit la facilité avec laquelle les activités peuvent être atteintes étant donné un lieu d'origine et un système de transport* ». En prenant en compte cette notion de « facilité », l'accessibilité ne traduit pas seulement l'opportunité d'atteindre un lieu donné mais également les frictions, les obstacles, qui rendent les déplacements plus ou moins difficiles. L'accessibilité se caractérise donc par un facteur d'empêchement, exprimé le plus souvent en coût (financier, temporel, ou une combinaison formant un coût généralisé) pour atteindre une destination, et un facteur d'attractivité, mesuré par les potentialités offertes par les lieux d'origine et de destination. La notion d'accessibilité présente alors plusieurs grandes dimensions :

- Une dimension spatiale à travers l'organisation de l'espace et des réseaux (dessertes),
- Une dimension temporelle, se matérialisant par les horaires des services de transport et les vitesses,

Les indicateurs utilisés dans cette étude témoignent de ces deux dimensions, qu'ils s'agissent des indicateurs permettant de mesurer l'accessibilité au réseau de transport (dimension spatiale), que ceux utilisés afin de mesurer l'accessibilité dans le réseau de transport, notamment par le biais des temps de déplacements (dimension temporelle).

2.2 Mesure de l'accessibilité en transport en commun vers le Luxembourg en 2010

Encart méthodologique 1 :

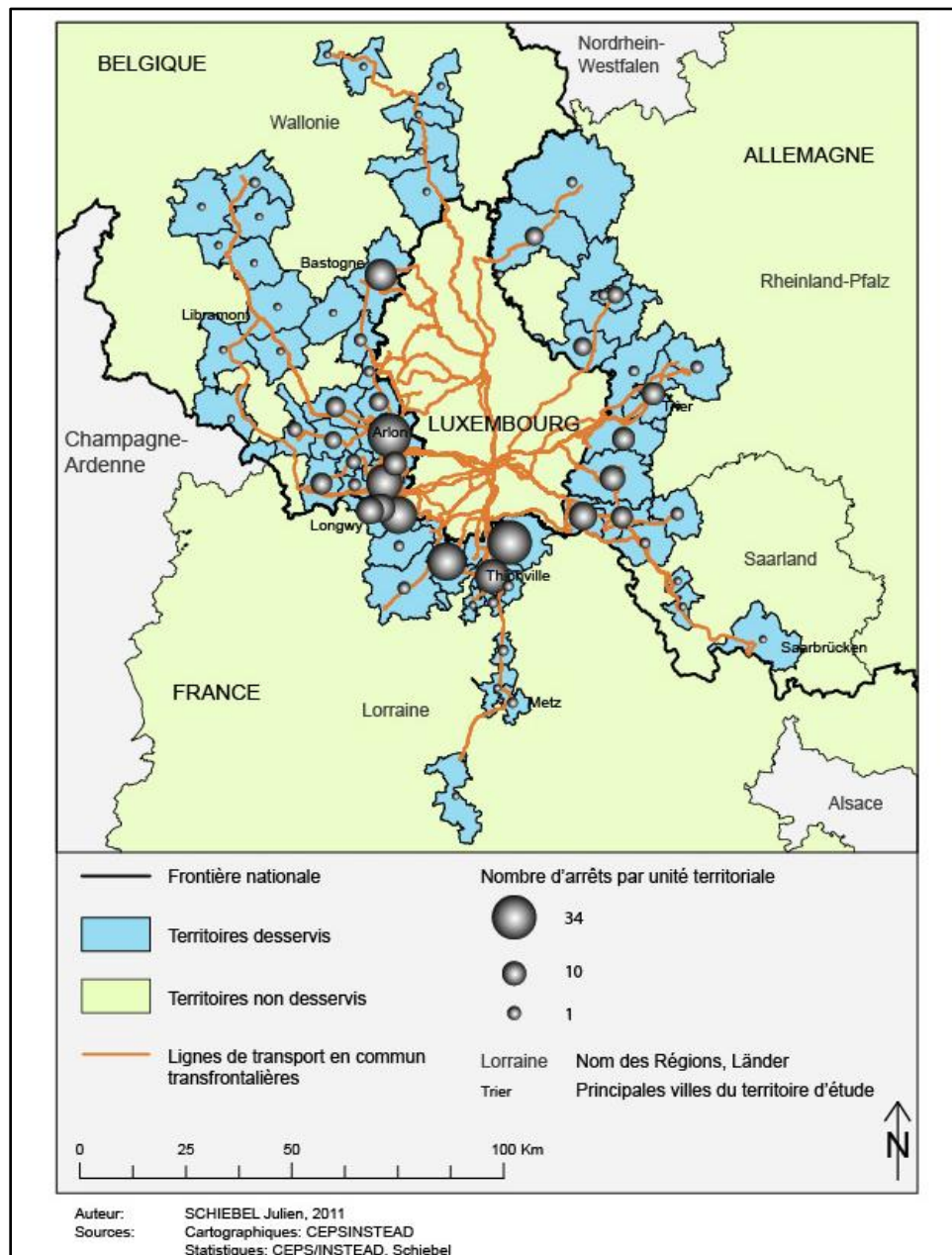
Les indicateurs présentés ici s'appuient sur une base horaire de toutes les lignes de transport en commun transfrontalier (Klein, 2010 ; Schiebel, 2010). A partir de cette base, il est possible, par exemple de mesurer le temps de déplacement entre les différents nœuds, et suivant différents paramètres (nombre de correspondances, délai d'attente maximale pour la correspondance, etc.). Dans cet article, en considérant que les utilisateurs se rendent majoritairement aux nœuds du réseau transfrontalier en voiture ou en bus, les différents calculs sont effectués avec une seule éventuelle correspondance sur le territoire luxembourgeois. De plus, le délai d'attente minimum pris en compte dans ces calculs est de 5 minutes.

Concernant les unités spatiales prises en considération, et dans le but de s'affranchir de l'hétérogénéité de la superficie des communes d'un pays à l'autre, une harmonisation a été effectuée en se basant sur la nomenclature SABE (Seamless Administrative Boundaries of Europe) liée à la nomenclature NUTS. Ainsi les unités spatiales prises en compte correspondent aux communes pour la Wallonie, aux « Gemeinde » pour la Sarre, aux « Gemeindeverband » pour la Rhénanie-Palatinat et aux cantons de rattachement pour la Lorraine.

2.2.1 L'accessibilité au réseau de transport

Il existe un certain nombre d'indicateurs permettant de mesurer l'accessibilité. Il convient de distinguer les indicateurs d'accessibilité au réseau de transport et les indicateurs d'accessibilité dans le réseau de transport. Si les premiers permettent de mesurer la plus ou moins grande facilité d'accéder au réseau, les seconds permettent de mesurer l'efficacité du réseau lui-même. D'un point de vue de l'accessibilité au réseau de transport, la figure 3 présente les territoires de la Grande Région desservis par au moins une ligne de transport en commun transfrontalier⁴. Cet indicateur différencie les territoires les plus équipés en termes d'arrêts de bus et de gares de ceux qui le sont moins.

Figure 3 : Localisation des arrêts de TC transfrontalier dans la Grande Région



⁴ Il convient de signaler que sont uniquement prises en compte les lignes transfrontalières directes, c'est-à-dire celles qui traversent les frontières luxembourgeoises

Les territoires limitrophes du Luxembourg semblent largement favorisés, aussi bien en termes de desserte qu'au niveau du nombre d'arrêts. Ainsi, plus de 40% des arrêts sont situés à moins de 5 km des frontières du Luxembourg. Cette proportion grimpe à 52% pour une distance de 10 km et atteint 89% pour les territoires situés à moins de 30 km des frontières luxembourgeoises. Cette tendance semble conforme à celle de la répartition des frontaliers travaillant au Luxembourg, qui résident, en majorité, à proximité des frontières du Grand-Duché (Pigeron-Piroth, Schneider, 2009). Les arrêts les plus éloignés sont, en majorité, des gares ferroviaires. A l'inverse, les arrêts de bus sont majoritairement plus proches des frontières du Luxembourg. Ainsi, la portée spatiale du bus apparaît plus courte que celle du train.

Si l'on s'intéresse à la répartition des arrêts suivant les régions, la Lorraine est en tête avec 147 arrêts contre 140 pour la Wallonie et 82 pour les deux Länder allemands. Toutefois, seules 14 unités spatiales sont desservies en Lorraine, contre 28 pour la Wallonie et 20 pour les Länder allemands. Il semble alors coexister deux logiques différentes. La première, concernant plus particulièrement la Lorraine, privilégie avant tout la desserte des grands pôles de travailleurs frontaliers proches des frontières, avec un nombre important d'arrêts. Les zones plus éloignées dans lesquelles la densité de travailleurs frontaliers est moindre sans pour autant être négligeable, sont quasiment dépourvues d'arrêts. Cependant, les réseaux nationaux qui ne sont pas pris en compte dans cette étude, permettent d'éventuelles correspondances avec le réseau transfrontalier. La deuxième logique, présente en Wallonie et, dans une moindre mesure, en Sarre et en Rhénanie-Palatinat, fournit une meilleure desserte spatiale pour les zones plus éloignées de la frontière luxembourgeoise.

2.2.2 L'accessibilité dans le réseau de transport

Les analyses sont centrées sur l'accessibilité à la commune de Luxembourg pour des raisons de concentration de l'emploi. Les mesures sont effectuées entre 6h et 9h, en heure de pointe, dans la mesure où l'on s'intéresse, dans ce cadre transfrontalier, principalement aux déplacements domicile/travail. Ainsi, pour chaque couple de points (entre un arrêt de la Grande Région d'un côté et un arrêt de la commune de Luxembourg d'un autre côté), le temps de trajet minimum est calculé, en acceptant une seule correspondance au Luxembourg. On obtient alors une carte par anamorphose du temps d'accès à la commune de Luxembourg entre 6h et 9h (figure 4).

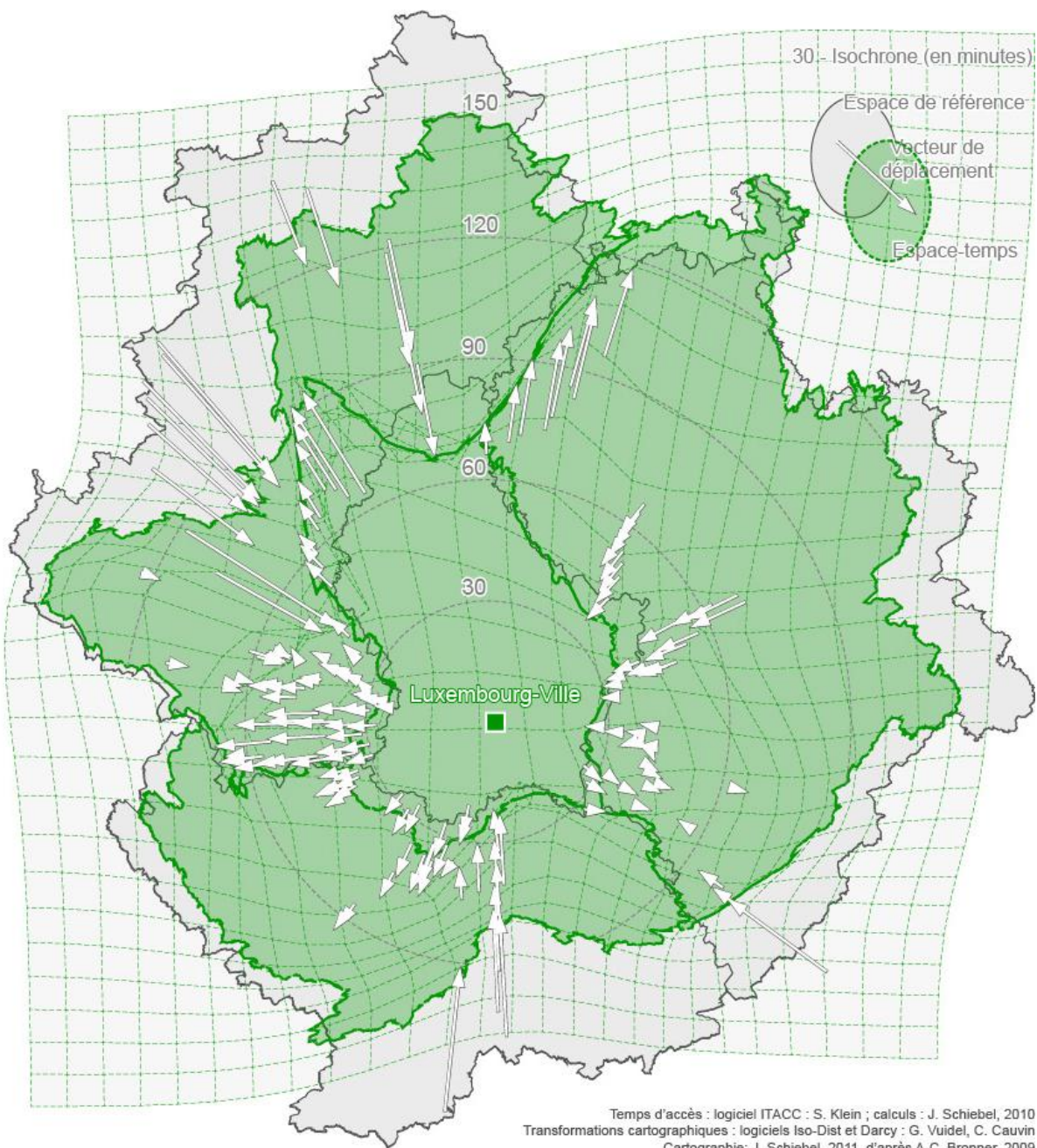
Encart méthodologique 2: Principe de la carte par anamorphose

La cartographie par anamorphose est une méthode de transformation cartographique qui « exprime des modifications de la forme-même de la carte, par suite de déplacements de ses contours, ou de ses limites internes, ou encore des lieux qui la constituent » (Cauvin, 2007).

La méthode consiste en une régression bidimensionnelle permettant de comparer deux espaces composés d'une série de points homologues. Dans notre cas il s'agit de comparer l'espace de référence (position des arrêts de TC dans l'espace euclidien) et l'espace thématique (positions en temps d'accès).

Concernant la lecture de la carte, étant donné qu'il s'agit d'une accessibilité unipolaire vers la commune de Luxembourg, une flèche en direction de la capitale luxembourgeoise signifie une contraction de l'espace-temps alors qu'une flèche dans le sens opposé est synonyme de distension.

Figure 4: Carte par anamorphose du temps d'accès à la commune de Luxembourg en heure de pointe du matin (2010)



Globalement, l'espace fonctionnel dérivé de l'accessibilité est structuré par la différence de vitesse moyenne entre le réseau de train et le réseau de bus. Ainsi, les territoires desservis par une ligne de train transfrontalière, tels que Metz/Thionville et les territoires wallons du nord et du nord-ouest, connaissent une meilleure accessibilité que la moyenne. A l'inverse, le réseau de bus ne permet pas une contraction de l'espace autant marquée, hormis pour la localité de Saarbrücken qui présente la particularité d'être reliée à Luxembourg-ville par une ligne de bus directe. Dans certains cas, notamment en Rhénanie-Palatinat le long de la ligne desservant Prüm, on constate même, localement, une dilatation de l'espace-temps. Ce phénomène résulte sûrement du nombre d'arrêts important sur la ligne reliant Prüm à

Luxembourg, diminuant ainsi la vitesse de déplacement, qui devient alors largement inférieure à la vitesse moyenne observée sur l'ensemble du réseau.

Concernant les principaux foyers de résidents frontaliers, certains se situent à moins de 30 min de la commune de Luxembourg (Thionville, Arlon) et d'autres à moins d'une heure (Trier). Les interactions spatiales entre ces principaux foyers de résidents frontaliers et la commune de Luxembourg semblent favorisées par les lignes de train puisque toutes ces communes sont desservies par le rail. Au-delà des seuls temps de trajet, la mesure de l'accessibilité dans le réseau de transport en commun peut également être effectuée à l'aide d'indicateurs synthétiques, faisant appel aux modèles d'interaction spatiale. On considère alors que les déplacements sont motivés par l'accès à une activité, ce qui introduit la notion de potentiel. Étant donné que l'étude se concentre sur les déplacements domicile/travail, les emplois illustrent ici ce potentiel.

Cet indicateur d'accessibilité gravitaire prend en compte la distance entre les lieux, le potentiel des lieux, ainsi que la notion de frein de la distance associé à un paramètre. La formule est la suivante :

$$A_i = \sum_j D_j \exp^{-\beta C_{ij}}$$

avec D_j : potentiel du lieu j

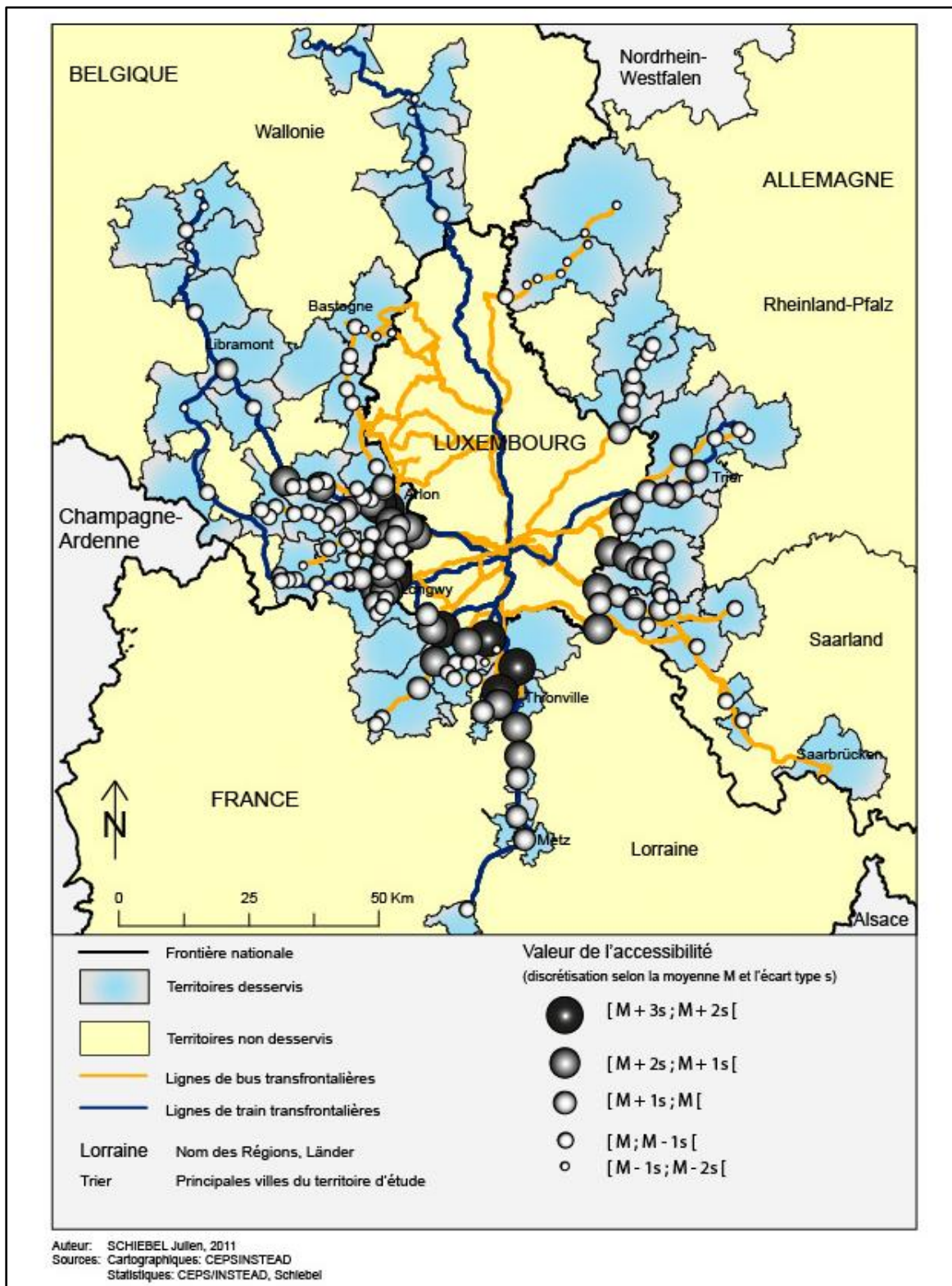
et C_{ij} : coût du déplacement

et β : paramètre⁵

Dans cette formule, D_j représente les opportunités du lieu de destination, dans notre cas il s'agit donc du nombre d'emplois par commune, et C_{ij} représente le coût du déplacement, dans notre cas, le temps de parcours entre i et j . Les lieux d'origine correspondent aux localités de la Grande Région et les lieux de destination correspondent aux communes luxembourgeoises. En tenant compte des emplois des communes luxembourgeoises, on obtient une carte du potentiel d'accès à ces emplois à partir des communes lorraines, wallonnes et allemandes (figure 5).

⁵ En l'absence de base de référence permettant le calibrage, le paramètre β est fixé à 2, valeur indiquée par D. Pumain (<http://www.hypergeo.eu/spip.php?article76>)

Figure 5 : Mesure de l'accessibilité gravitaire actuelle au Grand-Duché de Luxembourg par localité entre 6h et 9h



L'analyse des résultats met en avant les territoires à proximité des frontières luxembourgeoises ainsi que les localités situées le long du sillon mosellan. Au regard de cet

indicateur, la volonté affichée par le Luxembourg et la France de développer les infrastructures ferroviaires semble pertinente puisque les localités présentant les valeurs d'accessibilité gravitaire les plus élevées sont toutes reliées au Luxembourg par au moins une ligne de train. Au regard de ces deux indicateurs, le réseau de train semble bénéficier d'une meilleure accessibilité que le réseau de bus. La troisième partie de l'article aborde les futurs projets d'infrastructures en étudiant leurs impacts possibles sur ces temps de parcours.

3 SIMULATION DE L'ACCESSIBILITÉ APRÈS IMPLÉMENTATION D'UN SCÉNARIO DE DÉVELOPPEMENT DES TRANSPORTS EN COMMUN (2025)

Actuellement, il existe de nombreux projets relatifs aux transports en commun, tant au niveau du Luxembourg qu'à l'échelle de la Grande Région, afin d'accroître son utilisation. Pour autant, ces différents projets permettront-ils d'améliorer l'accessibilité du Luxembourg depuis ses pays voisins, afin de promouvoir une alternative viable à la voiture ?

3.1 Présentation d'un scénario de développement des TC transfrontaliers

Pour mesurer l'impact de ces projets sur l'accessibilité par ce mode de transport, nous avons choisi de nous appuyer sur un scénario « optimiste ». Les projets retenus proviennent de différents textes, issus de documents officiels de planification ou émanent de divers groupes de travail, plus précisément du PST, de la stratégie MODU, du SMOT et du Comité Economique et Social de la Grande Région (CESGR). Le CESGR, par le biais d'un groupe de travail « Transports en commun et infrastructures de transport », a soumis des recommandations sur l'évolution des transports dans la Grande Région aux responsables politiques des régions le composant.

L'ensemble des projets présents dans les documents produits par ces organismes et ayant un impact sur les déplacements domicile/travail a été pris en compte, même ceux, dans le contexte actuel de maîtrise des dépenses, n'ayant que très peu de chance de voir le jour ces prochaines années. Ces projets se définissent par la création de nouvelles lignes et de nouveaux arrêts, l'augmentation des cadences ou des vitesses (tableau 2).

Tableau 2 : Liste des projets implémentés dans les bases de données

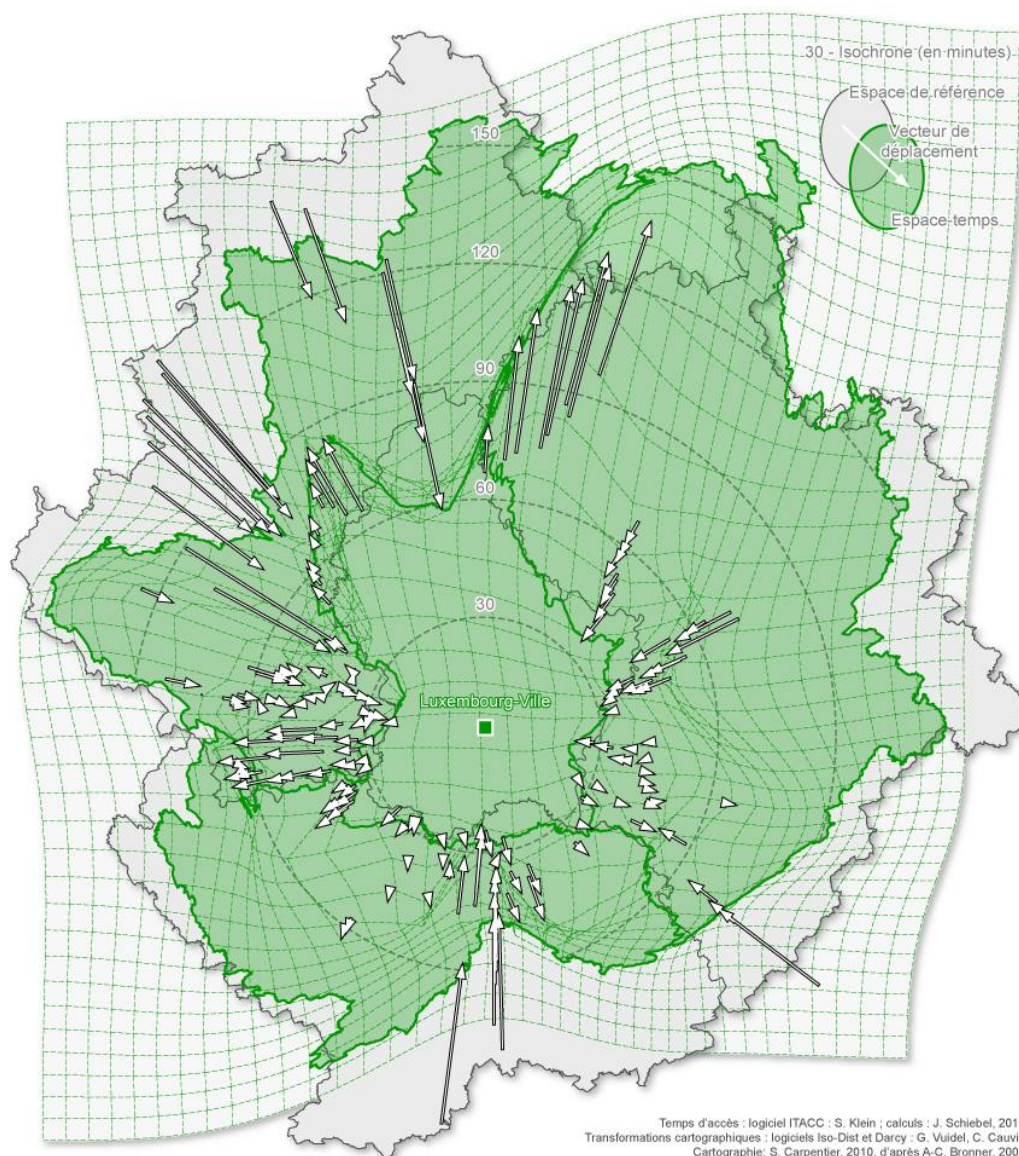
Nom du projet	Mode	Répercussion sur les TC transfrontaliers	Nom du projet	Mode	Répercussion sur les TC transfrontaliers
Nouvelle ligne de train entre Luxembourg et Bettembourg	Train	Augmentation de la vitesse de trajet	<i>Création d'une nouvelle ligne entre Luxembourg et Esch/Alzette</i>	Train	<i>Réduction temps de parcours entre Luxembourg et Esch/Alzette</i>
Mise à deux voies Luxembourg-Pétange	Train	2 Nouvelles liaisons directes et hausse des cadences	Optimisation sur la ligne entre Dommeldange et Ettelbruck	Train	Augmentation de la cadence
Mise à 2 voies Pétange-frontière française	Train	Cadence des dessertes améliorée	Création de gares périphériques en Lorraine	Train	Nouvelles dessertes
Création de gares périphériques	Train	Amélioration des cadences	Augmentation de la cadence entre le Luxembourg et la Lorraine	Bus	Augmentation de la cadence
Nouvelle ligne Hamm-Aérogare-Kirchberg	Train	Nouvelle desserte quartier Kirchberg	Création de la ligne Aumetz-Audun-le-Tiche-Belval	Bus	Augmentation de la cadence
Optimisation ligne Luxembourg-Kleinbettingen	Train	Réduction du temps de parcours Luxembourg-Bruxelles	Création de navettes entre Belval et Audun-le-Tiche	Bus	Augmentation de la cadence
Création ligne Fontoy-Audun-Esch/Alzette	Train	Nouvelle desserte	Voie supplémentaire sur l'A31 réservée pour le TC collectif	Bus	Diminution du temps de trajet
Création ligne Luxembourg-Saarbrücken	Train	Nouvelle desserte	Création d'une ligne entre Zouffgten et Luxembourg	Bus	Nouvelles dessertes
Augmentation des cadences sur la ligne Thionville-Esch/Alzette-Belval-Longwy	Train	Augmentation de la cadence	Ligne RGTR 315	Bus	Nouvelle ligne
Augmentation des cadences sur la ligne Luxembourg-Gouvy-Liège	Train	Augmentation de la cadence	Ligne RGTR 317	Bus	Nouvelle ligne
Création de la ligne Kirchberg-Wasserbillig-Trier	Train	Augmentation de la cadence Liaison directe entre Kirchberg et Trier	Ligne RGTR 319	Bus	Nouvelle ligne

Une fois cette liste des projets définis, leur implémentation dans les différentes bases (SIG et horaires) permet de simuler l'accessibilité en 2025. Le paramétrage est similaire aux calculs effectués pour mesurer l'accessibilité en 2010.

3.2 Mesure de l'accessibilité au Luxembourg en transport en commun en 2025

La figure 6 présente le temps d'accès à la commune de Luxembourg entre 6h et 9h, après l'implémentation des différents projets.

Figure 6 : Carte par anamorphose du temps d'accès à la commune de Luxembourg en heure de pointe, situation simulée en 2025



Concernant l'accessibilité au réseau de transport, seuls 6 territoires en Lorraine, non desservis en 2010 par une ligne de TC transfrontalier, voient leur accessibilité s'améliorer suite à des projets de création de lignes sur ces territoires.

D'un point de vue des temps de parcours, et malgré la prise en compte d'un scénario optimiste, les valeurs obtenues pour la plupart des localités sont inchangées aux deux dates (2010 et 2025). L'amélioration de l'accessibilité moyenne pour l'ensemble des localités est légèrement inférieure à 4%. Toutefois, certaines localités bénéficient d'une amélioration sensible de l'accessibilité de l'ordre de 30% environ (Virton, Ehrang).

Dans le détail, l'effet du Schéma stratégique de Mobilité Transfrontalière franco-luxembourgeois (SMOT) sur l'accessibilité simulée semble le plus notable puisque les temps de trajet de l'axe mosellan se trouveraient fortement raccourcis. Par exemple, la commune de Pagny-sur-Moselle serait désormais à 59 minutes de Luxembourg contre 72 minutes actuellement. De plus, un gain d'environ 4 minutes serait réalisé pour les localités de Metz, Woippy, Maizières-Les-Metz et Hagondange. Les zones situées à l'écart des axes ferroviaires, et notamment la zone frontalière au Sud-Est du Grand-duché (Rédange, Russange, Volmerange-les-Mines) ne se rapprochent en revanche que très légèrement de la commune de Luxembourg, par rapport à 2010.

Globalement, les différents projets d'infrastructures de TC semblent favoriser les liens entre le Luxembourg et les grandes communes pourvoyeuses de travailleurs frontaliers puisque les communes d'Arlon et de Thionville conservent le temps de déplacement le plus court alors que la commune de Trèves bénéficie d'un gain de l'ordre de 5 minutes. Ces gains en temps de trajet peuvent être la conséquence d'une diminution des arrêts intermédiaires, d'une diminution de la distance du parcours ou encore de la création de nouvelles courses en heure de pointe.

Finalement, les gains de temps les plus importants se concentrent essentiellement sur le réseau de train. Ceci illustre la priorité donnée à ce mode de transport dans les projets de développement des transports en commun transfrontaliers. Toutefois, le scénario optimiste retenu ici ne doit pas masquer la faible probabilité que l'ensemble des projets ferroviaires évoqués dans les différents documents puisse se réaliser, en particulier dans un contexte de crise économique.

Outre son coût moins élevé, le réseau de bus présente quant à lui certains atouts. Il offre une meilleure flexibilité, puisque le changement de parcours ou la création d'une ligne de bus est moins lourde à mettre en place, et présente l'avantage de pouvoir proposer un nombre de dessertes plus important. Il permet également de participer au désenclavement de certains territoires puisque la création d'arrêts supplémentaires (Yutz, Basse-Ham, Sierck-les-Bains) permet de connecter ces localités au réseau de transport en commun transfrontalier.

CONCLUSION

Au regard des parts modales relevées dans les enquêtes (Schmitz et Gerber, 2011), le réseau de transport en commun transfrontalier actuel ne semble pas suffisamment performant pour espérer atteindre les objectifs fixés par le Luxembourg, à savoir atteindre une part modale des transports en commun de 25% parmi les modes motorisés, d'ici 2020. C'est pourquoi le Grand-Duché, ainsi que les autres membres de la Grande Région, ont programmé un certain nombre de projets centrés notamment sur le réseau ferroviaire dans le but d'atteindre cet objectif. Ces projets s'inscrivent dans un scénario intégré de développement spatial du pays.

Dans le cadre d'un scénario « volontariste », la majorité de ces projets a été retenue pour simuler l'accessibilité en 2025, permettant ainsi de dégager un certain nombre de résultats. Tout d'abord, si tous les projets étaient réalisés, l'effet du Schéma stratégique de Mobilité Transfrontalière franco-luxembourgeois (SMOT) serait le plus visible puisque, sous l'impulsion de cet accord de coopération transfrontalière de planification des transports, l'accessibilité des localités en Lorraine s'améliorerait sensiblement. Le temps d'accès à Luxembourg diminuerait sous l'effet des différents projets, et les nouvelles lignes permettraient de donner accès au réseau de transport en commun transfrontalier pour des localités qui, actuellement, ne sont pas incluses dans ce réseau. Au-delà du SMOT, il convient de noter que, selon notre simulation, la réduction des temps de déplacement apparaît peu soutenue sur le reste du territoire, et ne semble, a priori, pas assez conséquente pour espérer un report modal.

Au-delà du caractère plus ou moins réaliste de la mise en œuvre de l'ensemble de ces projets de développement des transports en commun transfrontaliers, cet exercice de simulation de l'accessibilité met en évidence plusieurs éléments importants pour la planification des transports. Ainsi, la mise en œuvre d'une démarche de coopération transfrontalière semble profitable à l'élaboration d'un réseau plus cohérent et potentiellement plus performant. Par ailleurs, la complémentarité de l'offre de bus, plus pertinent sur les distances courtes et plus flexible, et de l'offre ferroviaire, plus attractif sur les longues distances semble apparaître pour tenter de concilier des objectifs de reports modal dans un contexte de relative dispersion des lieux de domicile.

D'un point de vue méthodologique, de telles analyses centrées sur l'offre sont néanmoins insuffisantes pour véritablement caractériser les potentiels de report modal. Des analyses complémentaires portant sur la demande et se fondant sur une approche multimodale, et prenant en compte les stratégies de rabattement sur les gares, permettraient d'évaluer plus finement les impacts du développement de ces infrastructures transfrontalières qui semblent devoir jouer un rôle important pour l'avenir de la Grande Région.

BIBLIOGRAPHIE

- 11^{ème} Sommet de la Grande Région, Déclaration commune, 2009.
- BESNAHARD B., ZEGAGH D., 2004, *Les enjeux territoriaux des politiques de transport*, Présentation Grand Oral 2005 du Master CIMO, 12p.
- CAUVIN C., REYMOND H., HIRSCH J., SERRADJ A., VETTER-GUYON S., 1986, *Nouvelles méthodes de cartographie: réflexion*, Collection RECLUS Modes d'emploi, 56p.
- CAUVIN C., 1997, Au sujet des transformations cartographiques de position, *Cybergeo: European Journal of Geography*, Cartographie, Imagerie, SIG, article 15. <http://cybergeo.revues.org/5385>
- CAUVIN C., KLEINSCHMAGER R., REYMOND H., 1998, *L'espace géographique des villes. Pour une synergie multistrates*, Anthropos, 557p.
- CAUVIN C., 2005 A systemic approach to transport accessibility. A methodology developed in Strasbourg: 1982-2002, *Cybergeo : European Journal of Geography*, Systèmes, Modélisation, Géostatistiques, document 311, 24p. <http://cybergeo.revues.org/index3425.html>
- GERBER P., 2003, Effets (de)structurants de la mobilité domicile-travail des frontaliers au sein du bassin de main d'œuvre luxembourgeois, *Population & Territoire*, CEPS/INSTEAD, n°4.
- GERBER P., KLEIN O., CARPENTIER S., 2012. Local Mobility and Cross-border Peri-urbanisation. in Sohn C. (ed), *Luxembourg: an emerging cross-border metropolitan region*, Bruxelles: Peter Lang, p. 141-159.
- IVL (Integratives Verkehrs-und Landesentwicklungskonzept), 2004, Ministère de l'Intérieur et de l'Aménagement du territoire, Luxembourg.
- KLEIN S., 2010, Les transports en commun au Luxembourg en 2006-2007 - Caractérisation du réseau et de l'offre publique de transports en commun, *Les Cahiers du CEPS/INSTEAD*, 2010(11): 20 p.
- MODU (Stratégie globale pour une mobilité durable), 2012, Ministère du Développement Durable et des Infrastructures, Luxembourg.
- Papier Stratégique Route2020.lu, 2003, Ministère des Travaux publics, Luxembourg.
- PIGERON-PIROTH I., SCHNEIDER M., 2009, « Une aire résidentielle transfrontalière en expansion », In. *Atlas du Luxembourg*, Ed Emmons.
- PUMAIN D., BRETAGNOLLE A., DEGORGE-LAVAGNE M., 1999, La Ville et la croissance urbaine dans l'espace-temps, *MappeMonde*, Vol.3, p.38-42.
- Rapport technique du Plan Sectoriel « Transport », 2008, Ministère de l'Intérieur et de l'Aménagement du Territoire, Luxembourg.
- SCHIEBEL J., 2010, *Constitution, implémentation et simulation de scénarios d'accessibilité. L'exemple du transport en commun transfrontalier vers le Luxembourg*, Mémoire de Master, Université Paul Verlaine, Metz, 109 p.
- SCHMITZ F., GERBER P., 2011. Voiture ou transports en commun ? Comment les frontaliers se rendent-ils au travail en 2010 ?, *Vivre au Luxembourg (78)*, CEPS/INSTEAD, 2 p.
- SOHN C., WALTHER O., 2008, Géographie des activités économiques métropolitaines au Luxembourg, *Population & Territoire*, CEPS/INSTEAD, n°14, 15p.