



HAL
open science

Définir l'accessibilité intermodale

Alain L'Hostis, Alexis Conesa

► **To cite this version:**

Alain L'Hostis, Alexis Conesa. Définir l'accessibilité intermodale. Arnaud Banos, Thomas Thévenin. Systèmes de Transport Urbain, Hermès, pp.24, 2010, IGAT. <hal-00303439>

HAL Id: hal-00303439

<https://hal.science/hal-00303439v1>

Submitted on 21 Aug 2008

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.



HAL Authorization

Chapitre 4

Définir l'accessibilité intermodale

Alain L'Hostis, Université Paris-Est, LVMT, Inrets
Alexis Conesa, Université Paris-Est, LVMT, Inrets

4.1. Introduction

Dans la ville contemporaine, les systèmes de transport constituent des objets nettement identifiés qui sont soumis à de multiples contraintes (ils ne doivent pas consommer trop d'espace, ni trop de ressources), qui sont aussi accusés de générer des nuisances (tant localement que globalement), mais qui sont aussi l'objet de multiples attentes (ils doivent desservir tous les espaces de la ville, ils doivent être efficaces). A l'intérieur de ce faisceau d'injonctions en partie contradictoires, l'accessibilité est un concept qui, parmi d'autres, peut être utilisé pour contribuer à répondre à plusieurs de ces enjeux, d'apporter des éléments de mesure et d'évaluer l'impact potentiel de modifications du système.

Ce chapitre a pour objet de présenter les notions d'accessibilité multimodale et d'accessibilité intermodale. Nous proposons dans un premier temps de définir l'accessibilité. Dans le domaine des transports urbains mettrons l'accent sur les transports collectifs, en précisant les particularités de leur fonctionnement qu'il est nécessaire de prendre en compte pour comprendre l'accessibilité qu'ils génèrent. Ensuite nous aborderons les questions de multimodalité et d'intermodalité. Nous finirons ce chapitre en exposant une application impliquant des mesures d'accessibilité intermodale sur le terrain d'une région urbaine.

4.2. L'accessibilité

2 Information Géographique et Systèmes de Transport Urbains

4.2.1. Définition de l'accessibilité

L'accessibilité peut se définir simplement comme la possibilité d'accéder à un équipement et/ou une ressource, qui sont le plus souvent localisés dans l'espace. Cependant, au delà de cette définition générale, le sens et l'emploi du terme diffèrent notablement selon les champs d'application ou selon les contextes disciplinaires [HUR 94; MAR 98; RIE 98]. On est amené à distinguer essentiellement deux concepts distincts.

Une première acception vise l'identification du problème posé par l'adaptation ou l'inadaptation des compétences que doivent mobiliser les personnes devant accéder aux ressources. L'accessibilité permet alors de poser la question des difficultés que rencontrent les personnes à mobilité réduite pour pratiquer les moyens de transport ou encore pour accéder aux lieux publics. Il s'agit alors d'adapter les espaces et les lieux pour les rendre praticables pour tous les publics.

Le second sens que prend l'accessibilité renvoie aux conditions selon lesquelles les individus peuvent parcourir l'espace et atteindre les lieux, ou aux conditions selon lesquelles des marchandises peuvent être acheminées. C'est dans cette seconde acception que nous inscrivons le présent chapitre. L'accessibilité est alors un concept essentiellement spatial, qui vise à rendre compte de l'effort à consentir pour parcourir l'espace, dans le but d'atteindre un lieu qui abrite une ressource. Mesure d'espacement ou d'écart entre deux lieux, l'accessibilité se différencie de la notion de distance par son caractère plus contextualisé, plus « réaliste » (Dumolard 1999). Une fois posé ce sens général, on trouve dans la littérature de nombreuses définitions de l'accessibilité (CAU 05, KOE 75, IZQ 92). Si l'accent mis sur la spatialité place le concept dans le domaine de la géographie, la notion d'effort, qui traduit la distance à parcourir, mais qui peut aussi être comprise comme un coût, fait de l'accessibilité un outil de prédilection dans le domaine de l'économie spatiale.

Nous proposons de définir l'**accessibilité** comme **la possibilité d'atteindre un lieu dans le but d'y effectuer une activité**. On peut mesurer l'accessibilité pour rendre compte de la plus ou moins grande facilité avec laquelle on atteint ce lieu.

La mesure de l'accessibilité d'un lieu à partir ou à destination d'un espace géographique considéré fait entrer en jeu plusieurs facteurs que l'on peut décomposer comme suit [VIC 74]. :

– la position dans l'espace de référence qui fait qu'un lieu situé au centre sera toujours plus accessible qu'un lieu situé en périphérie, et ce indépendamment du réseau de transport. Ce facteur découle directement de la géométrie de l'espace que l'on considère.

– la performance du réseau de transport joue un rôle sur la mesure de l'accessibilité en facilitant les conditions d'accès des lieux ; cette performance dépend elle-même de plusieurs facteurs :

- la forme du réseau influe sur la mesure de l'accessibilité en créant des directions privilégiées et en ignorant les espaces non traversés

- la performance du système de transport selon la vitesse, très souvent fortement différenciée selon les modes de transport considérés, ou selon les fréquences ou les horaires dans le cas des transports collectifs, en hiérarchisant le réseau va aussi favoriser des axes au détriment d'espaces ou d'interstices moins bien équipés.

4.2.2 Mesurer l'accessibilité

Les définitions précédentes ordonnent la manière de mesurer l'accessibilité. En effet, le déplacement étant obligatoirement motivé par la possibilité d'effectuer une activité, l'intérêt d'une telle approche réside en grande partie sur l'analyse en terme de potentiel. Autrement dit : Que peut-on faire à partir d'une accessibilité donnée ? A quoi a-t-on accès ?

Ainsi le calcul de potentiels activables, en termes d'emploi accessibles, de population pouvant accéder, d'opportunités pouvant être atteintes se multiplient dans les analyses territoriales, [CHA 04, CHA 07, KAL 97](Chapelon, Jouvaud et Ramora 2004, Chapelon et Leclerc 2007, Kalsas et Aase 1997). En particulier les mesures des potentiels économiques ont mené à des indicateurs spécifiques [HAN 97, REG 98, VIC 96] (Handy et Niemayer 1997, Reggiani 1998, Vickerman 1996). Ces mesures s'ajoutent à d'autres plus classiques en économétrie ou en économie spatiale basées sur le modèle gravitaire [GEU 01] (Geurs et Ritsema Van Eck 2001) ou sur le calcul de fonctions d'utilité [GEU 04] (Geurs et Van Wee 2004).

D'autre part, les calculs doivent mesurer l'accessibilité et non la seule distance. Il est ainsi important de prendre en compte le caractère contextuel et particulier de l'accessibilité. Comme le dit De Crécy : « *La mesure par une distance (que ce soit à vol d'oiseau, ou par cheminement) est à exclure : l'accessibilité redevient alors un simple indicateur de structure urbaine, et ne prend plus en compte l'aspect qualitatif du réseau de transport* » [CRE 79](Crency 1979 p.20).

De ce point de vue les indicateurs classiques basés sur des mesures de séparation spatiale absolue entre les lieux [KEE 88, LIN 92, POO 95] (Keeble, Offord et Walker 1988, Linneker et Spence 1992, Pooler 1995) apparaissent insuffisants.

A l'aide des SIG, des indicateurs neutralisant l'importance de la localisation, comme par exemple le fait que malgré la performance des réseaux de transports, les lieux périphériques soient inévitablement moins accessibles, ont donc été mis au point [GUT 98]. L'objectif d'aménagement et de prospective dans le domaine des transports est ici favorisé. La dimension sociale de l'accessibilité se substitue alors progressivement à une simple distance physique [MON 88].

4 Information Géographique et Systèmes de Transport Urbains

Notons aussi les efforts réalisés pour prendre en compte les performances des transports dans un ensemble régional, avec des indicateurs appliqués non à un noeud mais à un territoire [CHA 97, MUR 98] (Chatelus 1997, Murray 1998). Dans ce cas la performance du réseau est largement favorisée dans le formalisme et les contraintes spatiales et temporelles sont sous-estimées.

Notons donc que les deux aspects de l'accessibilité (contraintes spatiotemporelles et performance du réseau de transport) sont plus ou moins considérés selon les méthodes. Les choix concernant ces paramètres spatiaux et temporels sont nécessaires à la justification de l'indicateur construit.

En effet, les paramètres spatiaux concernent le choix des lieux à destination ou bien au départ desquels on va établir la mesure d'accessibilité. Il peut s'agir de la localisation d'un équipement, de celle d'un secteur résidentiel, d'une zone commerciale par exemple. Le plus souvent on s'intéresse à des sites attracteurs ou émetteurs de trafic. La détermination des paramètres d'ordre spatial pose la question des chaînes de transport entre le site considéré et le point d'entrée sur le réseau de transport. On emploie alors les termes de modes de rabattement, ou encore de pré et de post acheminement. La marche à pied intervient dans la chaîne de déplacement quels que soient les modes en présence, y compris en voiture où il est nécessaire de marcher entre l'endroit où est garé le véhicule et le lieu de destination ou d'origine.

D'autre part, les paramètres temporels concernent aussi bien les contraintes liées au fonctionnement du système de transport que les rythmes urbains.

Mesurer l'accessibilité revient à établir soit une distance au sens mathématique, soit une fonction revoyant une mesure associée à un couple de lieux et répondant à une série de propriétés précises.

Remarquons que le critère de calcul des chemins minimaux de la distance peut intégrer la durée de transport, le coût, la longueur des trajets, mais aussi les différents modes de transport (avec une qualité des liaisons qui peut être homogène ou non) ou encore la nature de ce qui est transporté.

4.2.3 Les limites du meilleur temps

Les sociologues ont postulé que le temps était la métrique la plus adéquate à rendre compte de l'accessibilité que c'était la minimisation de ce temps de déplacement qui était le facteur principal des choix de trajets [DIE 95] (Diekmann 1995).

Les calculs d'accessibilité ont ainsi souvent utilisé le temps minimal comme expression du coût de déplacement [BAV 05, GUT 96, SCH 97, SPIE 99]. La modélisation des transports collectifs présente des spécificités, liées à la structuration en horaires et aux temps d'attente dans les déplacements avec correspondances, qui obligent à des calculs spécifiques [KAL 97].

Dans le domaine des transports collectifs on retient ainsi la durée sur une ligne de transport et on somme les différents tronçons rencontrés sur un chemin optimal, en tenant compte des éventuelles correspondances. Pour traiter les correspondances dans ce cadre on retient une fréquence moyenne, et on est amené le plus souvent à distinguer une période de pointe et une période creuse. Selon une approche probabiliste on construit ainsi une durée indicative d'un trajet empruntant plusieurs axes d'un réseau de transport. Cette approche est adaptée à l'analyse des systèmes de transport caractérisés par une fréquence élevée. Si la durée moyenne entre deux circulations est faible, l'accès au système est presque instantané ; la durée totale du déplacement n'est que faiblement augmentée. Cependant, l'approche par les meilleurs temps et les fréquences perd sa pertinence au fur et à mesure que la fréquence baisse. La durée d'un déplacement quelconque est fonction du meilleur temps mesuré puis complété par une durée comprise entre zéro et la valeur maximale séparant le départ de deux véhicules successifs.

Dans cette situation, la mesure d'un temps de connexion moyen ne rend plus compte de manière juste de la réalité des situations rencontrées. Par exemple pour une interconnexion entre deux lignes de bus cadencées à la demi-heure, situation assez fréquente dans les réseaux de transport urbain, le temps de correspondance varie en théorie de zéro à trente minutes. Le coût temporel d'une correspondance manquée, quand on « rate son bus », peut s'avérer prohibitif rapporté à la durée totale du trajet.

Pour ces raisons nous proposons d'investir le domaine des horaires pour comprendre et mesurer l'accessibilité générée par les transports collectifs, selon un mouvement qui s'est opéré de manière similaire dans le domaine des modèles de trafic [NUZ 01]. En effet, les questions d'aménagement des transports ont bénéficié de l'apport des investigations horaires dans plusieurs cas ([JAN 96], [NUZ 99] [CHA 99]).

En outre, les progrès des techniques, en particulier les algorithmes géocomputationnels, ont entraîné récemment le développement des considérations temporelles dans les travaux sur l'accessibilité. Ainsi les méthodes de mesure des contraintes spatio-temporelles ont connu de grandes évolutions depuis la prise en compte de la distribution spatiale des aménités (là où l'individu va dépenser son temps, [KWA 98, KWA 99]), la disponibilité temporelle de celles-ci (horaires

6 Information Géographique et Systèmes de Transport Urbains

d'ouverture et de fermeture et temps d'occupation maximum et minimum, [MIL 99, MIL 00]), ou encore la combinaison des deux variables [KIM 03].

4.2.4 L'accessibilité horaire

Les transport collectifs fonctionnant à partir des horaires de circulation des véhicules, il est pertinent d'utiliser l'information horaire pour comprendre le fonctionnement et analyser la performance spatio-temporelle du système [BAP 03, LHO 04]. On, définit l'accessibilité horaire comme une mesure d'accessibilité orientée, qui implique deux sens, soit :

- les heures d'arrivée à tout lieu de l'espace à partir d'un lieu d'origine et pour une heure de départ fixée,
- les heures de départ de tout lieu pour atteindre un lieu de destination avant une heure d'arrivée fixée.

L'accessibilité horaire suppose la multiplication des mesures et des cartes correspondant à autant de point de vues ou de besoins de déplacements identifiés. Ce type de mesure est adapté à des questionnements très précis posés sur un territoire ; cependant il est nécessaire de mettre en place des mesures d'agrégation, du type moyenne sur une plage temporelle[LHO 06] , pour construire une analyse globale.

Cette approche n'est cependant pas exempte de limitations. En effet, on postule ici que les horaires sont fiables. Or, pour un système de transport collectif qui s'inscrit en interaction avec la circulation automobile, la congestion et les aléas peuvent altérer la fiabilité des horaires de déplacement. Dès lors la qualité des mesures de temps de transport est altérée par une non prise en compte de l'aléa.

4.3. Intermodalité et multimodalité

Le système de transport se décompose en modes de transport aux caractéristiques très différentes. L'articulation des modes entre eux constitue une des questions essentielles de l'organisation générale du système de transport. Nous considérons ici, en nous appuyant sur une littérature établie sur la terminologie [BOZ 05, LHO 00, NOU 93, MAR 96], que deux modes utilisés dans un même déplacement définissent une pratique intermodale, tandis que la multimodalité renvoie à la confrontation de trajets distincts parcourus avec des modes ou des combinaisons de modes différents. Selon cette distinction, on qualifie d'intermodal un unique déplacement combinant la voiture et le métro , tandis que l'on emploie le terme de multimodalité pour envisager la possibilité d'un déplacement effectué intégralement en voiture comparé à un trajet effectué en transports collectifs.

L'intermodalité met l'accent sur le passage d'un mode à un autre, tandis que la multimodalité permet de considérer en parallèle plusieurs sortes de chaînes de transport, quelles soient elles-mêmes monomodales ou intermodales.

L'accessibilité intermodale permet de décrire la façon dont on atteint les lieux en combinant plusieurs modes de transport pour effectuer chaque déplacement, tandis que l'accessibilité multimodale considère globalement l'accès aux lieux par tous les modes ou combinaisons de modes possibles. Les deux concepts permettent de poser des questions sensiblement différentes. L'accessibilité intermodale pose la question de la mise en correspondance de modes au sein d'une chaîne de transport (intermodalité) donc à l'amélioration d'un système de transport existant. L'accessibilité multimodale permet de poser la question de la performance comparée de chaînes modales différentes et ainsi de s'intéresser au report modal d'un type de chaîne (à dominante voiture particulière) vers un autre (à dominante transport collectif) jugé plus satisfaisant du point de vue du développement durable.

Dans ce chapitre nous exposerons un exemple de problématique intermodale appliquée aux transports collectifs dans une région urbaine.

4.4. Modéliser le système de transport : réseaux et graphes

La théorie des graphes constitue un cadre particulièrement adapté à la représentation des réseaux de transport [MAT 03]. Les nœuds et les arcs du graphe correspondent aux lieux et aux liens des réseaux de transport.

La notion de valuation permet de dépasser le cadre général de la théorie des graphes pour décrire les propriétés géographiques et techniques des liens et des nœuds des réseaux. La longueur d'un tronçon de voie routière, sa pente, la largeur de la chaussée sont autant de caractéristiques que l'on peut associer à des valuations dans le graphe. Il en va de même pour les fréquences, les horaires, ou encore les niveaux de confort des liaisons ou missions pour les réseaux de transport collectif.

D'un point de vue méthodologique, le référentiel est celui de la théorie des graphes : on part d'une modélisation sous forme d'un p-graphe valué qui intègre soit les horaires des systèmes de transport considérés, soit les durées des liens réalisés à pied ou bien à l'aide d'un mode de transport à cadence très élevée. La figure 4.1 montre comment l'algorithme calcule l'accessibilité dans le cas des durées moyennes. Le chemin $p=(f, g, h, e, d, b)$ a une longueur de 16. Il est le plus court chemin reliant les sommets f et b . Dans ce 1-graphe, les valeurs sont des durées en minutes.

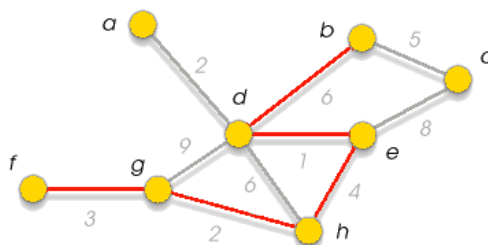


Figure 4.1. Le principe du plus court chemin dans un graphe valué en durées moyennes [SEG 05]

Le p-graphe que nous manipulons fonctionne de manière équivalente, mais en intégrant des horaires, chaque horaire constituant une des épaisseurs du graphe. L'algorithme des chemins minimaux doit alors établir des chemins possibles, où toute heure de départ en un lieu doit être supérieure à l'heure d'arrivée en ce même lieu, ou égale dans le cas d'une même mission de transport collectif. Pour cela nous avons mis en œuvre les algorithmes de Floyd et Dijkstra, en les adaptant au cas horaire et à l'intermodalité [MAT 03]. L'algorithme est mis en œuvre de deux manières différentes. En fixant une heure de départ en un nœud, on construit tous les chemins horaires les plus rapides partant après cette heure fixée vers tous les autres nœuds du graphe. Il est aussi possible d'indiquer une heure d'arrivée maximale en un lieu, et dans ce cas l'algorithme reconstruit les chemins horaires au départ de tous les autres nœuds les plus tardifs possibles permettant d'arriver au nœud de référence avant l'échéance temporelle fixée.

4.5. Une illustration à l'échelle d'une région urbaine : l'accessibilité aux campus de la métropole lilloise

Nous proposons une illustration de la mesure de l'accessibilité intermodale avec une application sur le terrain d'une région urbaine française, Lille et la région Nord-Pas-de-Calais. Nous proposons une méthode, inspirée d'approches développées à l'échelle urbaine [TRE 96, MCF 97], basée sur trois principes :

- un principe de segmentation des usagers
- un principe d'identification de lieux attracteurs majeurs
- un principe d'identification de rythmes urbains

Nous nous concentrons sur la mobilité des étudiants car ce segment regroupe plus de la moitié des utilisateurs réguliers du réseau ferré de la Région Nord-Pas-De-Calais. Pour établir notre analyse du service de transport, nous devons identifier

les principaux lieux attracteurs du trafic associé à ce segment de demande. Sur la carte 4.2. sont figurées la localisation et l'étendue des cinq principaux campus de la métropole lilloise ainsi que le système de transport urbain employé à partir du réseau régional de transport ferroviaire. Dans un premier temps on ne considère que les gares centrales, Lille-Flandres et Lille-Europe, qui constituent aujourd'hui les entrées privilégiées sur la métropole. A cet égard, le « plan du réseau ferré TER » qui figure dans le guide horaire édité par le Conseil Régional et la SNCF renforce cette idée que l'arrivée dans la métropole lilloise s'effectue par les deux gares centrales, en ne montrant pas les autres possibilités d'accès que constituent les quarante autres gares TER situées sur le territoire de la communauté urbaine. A l'échelle urbaine, les plans de réseau urbain doivent avoir pour fonction de montrer les possibilités de déplacement terminal des usagers du système ferroviaire régional. Bien qu'il figure le système ferroviaire –comme la majorité des plans de réseau des villes françaises de plus de 100 000 habitants– l'actuel plan du réseau de la communauté urbaine de Lille ne met pas en avant les possibilités d'interconnexion autres que celles possibles aux gares centrales. Le principe de représentation des réseaux retenu à Lille est celui d'une juxtaposition du système de transport urbain et du système de transport régional, mais pas celui d'une interconnexion. Pourtant, ces documents constituent un des vecteurs privilégiés d'information du public et pourraient donc être mobilisés pour favoriser l'intermodalité. L'analyse des plans destinés aux usagers met aujourd'hui l'accent presque exclusivement sur les accès par les gares centrales.

Le principal critère que nous proposons pour analyser le service de transport qui répond au besoin de déplacement est un critère d'accessibilité horaire :

– l'heure de départ d'un lieu originel de diffusion pour atteindre un lieu attracteur majeur avant une heure qui est déterminée par le propre rythme de fonctionnement de ce dernier.

Ce critère est un indicateur unipolaire –de plusieurs lieux vers un lieu unique– de nature spatio-temporelle. Il permet de rendre compte des effets de seuil liés aux problèmes de coordination horaire du système de transport, ce qui n'est pas possible avec les indicateurs classiques d'accessibilité qui utilisent des durées moyennes de transport et des temps d'attente moyens.

4.5.1. Les campus de Villeneuve d'Ascq : l'accès par les gares centrales

Les deux campus de Villeneuve d'Ascq regroupent environ le tiers de l'effectif total des étudiants de la Région Nord-Pas-de-Calais et représentent le premier pôle universitaire régional. A l'origine, comme le montre la figure 4.1., le système urbain de transport collectif a été conçu pour relier ces campus à la gare de Lille-Flandres par un métro automatique appelé VAL (Véhicule Automatique Léger). Du point de

vue de l'utilisateur régional, les accès aux campus de Villeneuve d'Ascq s'effectuent par une interconnexion à la gare de Lille-Flandres avec la ligne de métro numéro un. L'accès classique au campus de l'USTL établit la mesure de référence de l'accessibilité de la figure 4.2. Le service de transport répondant aux besoins des étudiants de l'université des Sciences correspond à une arrivée au campus avant 8h00 le matin, période classique du commencement des cours. A l'intérieur du campus des Sciences –qui s'étend sur l'espace relativement vaste de la cité scientifique– nous avons choisi l'Ecole Centrale comme un des lieux représentatifs des conditions d'accès. La figure 4.2. montre les meilleures heures de départ de chaque gare à destination du campus, avec trois classes de couleur : départ après 7h00, entre 6h00 et 7h00 et départ avant 6h00. Ce choix de classe répond à une analyse centrée sur le point de vue de l'usager : il ne s'agit plus ici d'évaluer l'objectif des villes à une heure de Lille –dont on a vu qu'il correspondait à une mesure de l'offre– mais plutôt d'analyser la qualité du service de transport pour des destinations situées dans la métropole lilloise. Les bornes des classes ont été choisies en référence à des déplacements quotidiens : une heure constitue une limite acceptable, tandis que deux heures constitue une limite extrême pour la mobilité quotidienne.

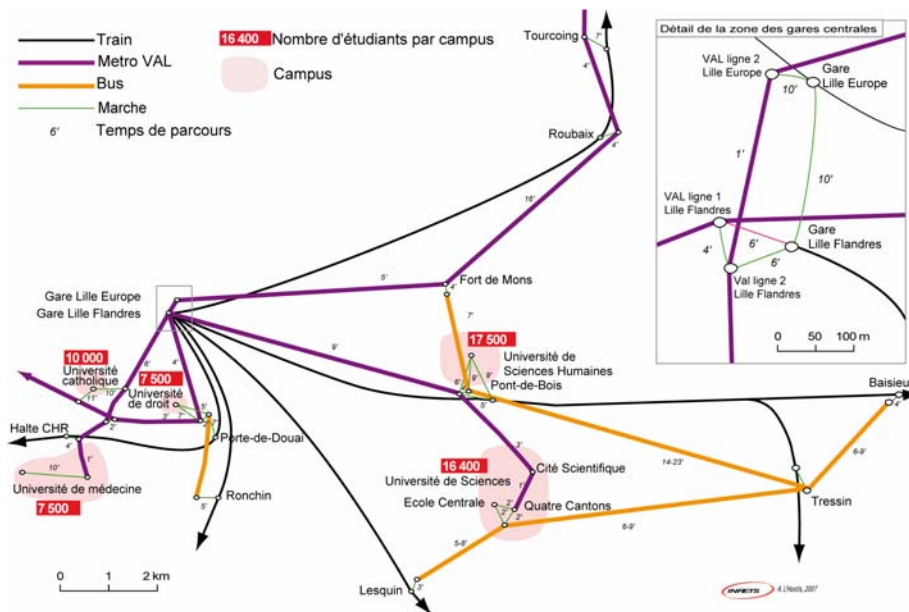


Figure 4.2. Le réseau de transport collectif pour l'accès aux campus universitaires lillois

Cette première mesure (figure 4.3.) n'est pas très favorable, puisque excepté Douai aucun des principaux centres urbains de la Région n'est situé à moins d'une heure du campus des Sciences. L'accessibilité aux campus des Sciences est moins favorable que l'accessibilité au centre ville de Lille.

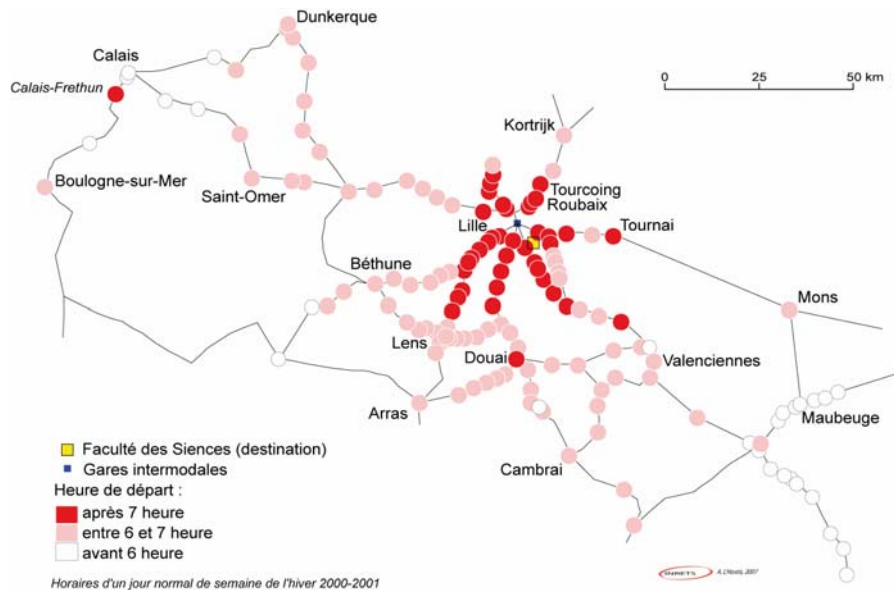


Figure 4.3. Accessibilité horaire au départ des gares du Nord-Pas-de-Calais vers le campus des sciences de Lille, heures de départ pour une arrivée avant 8h

4.5.2. Le campus de médecine : valorisation de la Halte CHR

Seconde application de la méthode, la carte suivante (figure 4.4.) montre les conditions d'accès au campus de l'université de Médecine. Pour l'accès à ce campus situé au Sud-Est de la métropole, il est inenvisageable de ne considérer que l'accès par la gare de Lille-Flandres et d'ignorer la Halte CHR qui est située à proximité immédiate. En envisageant l'introduction de cette deuxième porte d'entrée sur la métropole, la figure 4.4. montre une meilleure accessibilité au départ des gares situées sur la ligne desservant la Halte CHR que celle observée pour le campus des Sciences. Ainsi, Béthune entre dans le groupe des gares à moins d'une heure, pendant que l'accessibilité de Douai, avec un départ à 6h58, est légèrement moins satisfaisante que pour l'arrivée au campus des Sciences tout en restant acceptable.

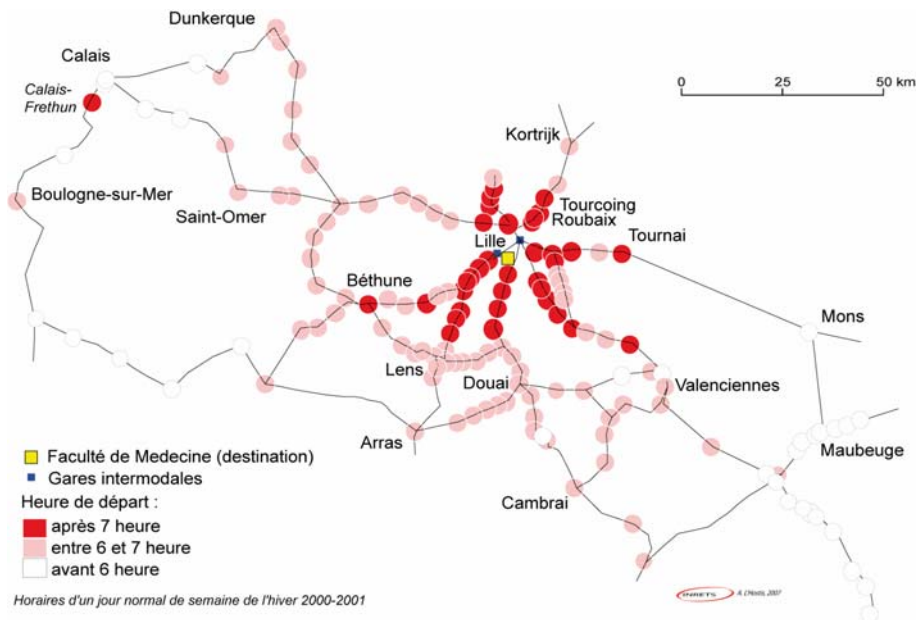


Figure 4.4. Accessibilité horaire intermodale au départ des gares du Nord-Pas-de-Calais vers le campus de médecine, heures de départ pour une arrivée avant 8h

Cette amélioration de l'accessibilité due à la mobilisation de la nouvelle entrée constituée par la Halte CHR peut-elle être utile pour d'autres campus de la métropole ? Si nous nous référons à la figure 4.2., le campus de l'université de Droit peut être atteint par la Halte CHR en utilisant le métro. Cette hypothèse nécessite une correspondance supplémentaire –de métro à métro– si on la compare avec l'accès classique via la gare de Lille-Flandres. Cependant, en raison de la fréquence élevée du métro pendant la période de pointe –1'30 séparent deux rames– et de la qualité du lien piétonnier –une minute seulement est nécessaire pour relier les deux quais–, cette interconnexion supplémentaire peut être considérée comme peu pénalisante. En outre, les horaires des trains sont susceptibles d'être plus fiables à la Halte CHR qu'à la gare de Lille-Flandres à cause de la congestion des voies à Lille-Flandres.

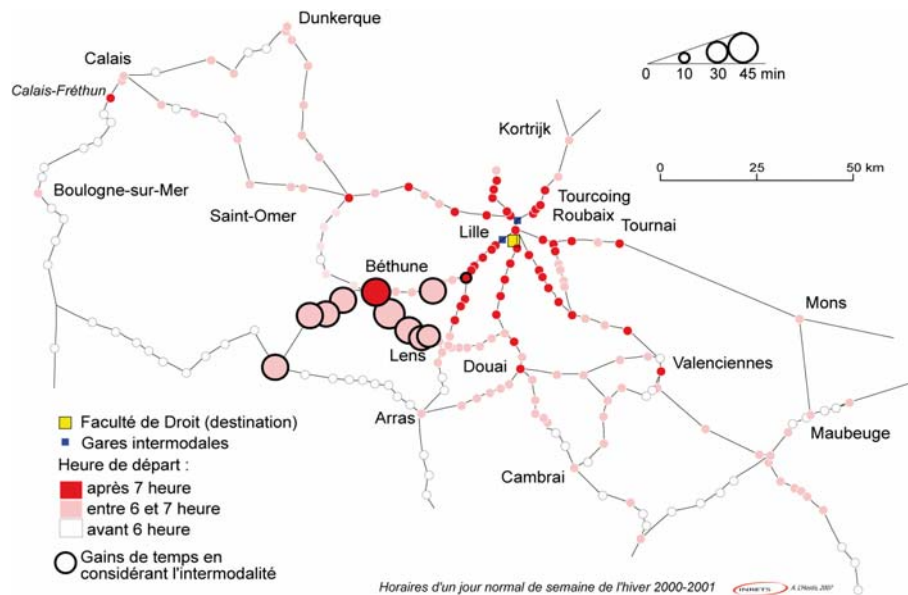


Figure 4.5. Accessibilité horaire intermodale à l'Université de Droit, heures de départ pour une arrivée avant 8h et gains de temps en considérant l'intermodalité

L'effet sur l'accessibilité de cette hypothèse est évident sur la carte 4.5. qui montre la différence des heures de départ vers le campus de Droit avec et sans l'arrivée par la halte CHR. Un important effet de seuil se produit car les quelques minutes gagnées en passant par la Halte CHR permettent de prendre le train suivant au départ de Béthune et des gare environnantes pour la même contrainte horaire d'arrivée, c'est-à-dire 8h00. En conséquence, on peut observer un gain de 45 minutes sur un ensemble des gares de l'ancien bassin minier, qui place Béthune à moins d'une heure de la faculté de Droit. Ainsi, moyennant une interconnexion supplémentaire peu pénalisante –deux minutes sont nécessaire de rame à rame pour changer de ligne de métro– les usagers peuvent accéder à des gains de temps élevés. Toute interconnexion nouvelle représente un handicap du point de vue du voyageur, cependant, si elle permet à celui-ci de quitter son point de départ nettement plus tard comme c'est le cas ici, elle devient alors avantageuse.

Ce résultat constitue une démonstration des avantages que pourrait procurer une valorisation de l'intermodalité. Il faut préciser que l'hypothèse présentée n'envisage aucune modification du système de transport régional ou urbain ; elle n'impose aucun investissement d'infrastructure, aucune modification des horaires, mais, si l'on souhaite la conforter, elle suppose un travail de communication en direction des

usagers. On sait que les correspondances sont très souvent mal ressenties par les usagers et tendent à pénaliser leur perception des déplacements en transport collectifs [BAI 79, KAU 02, OFA 74]. Dans cette perspective les propositions que nous formulons visent à optimiser cette rupture de charge pour rendre les transports en commun plus pertinents.

4.5.3. Valoriser l'intermodalité pour accéder aux campus lillois

Sur la base de ce résultat qui met en avant les bénéfiques potentiels de l'intermodalité, nous allons étendre la démarche à l'ensemble du territoire métropolitain. En effet, le réseau ferré régional comporte quarante gares localisées à l'intérieur de la métropole qui sont pour certaines d'entre-elles situées à proximité des campus. Dans le but de mieux utiliser le réseau existant notre approche est basée sur le principe du réseau virtuel développé par Dupuy (Dupuy 1991). En explorant toutes les manières possibles d'atteindre les principaux attracteurs de flux, il est possible, à partir du réseau virtuel, d'établir un réseau réel qui envisage des cheminements alternatifs pertinents exploitant la connectivité du réseau. Ainsi, le réseau virtuel de la figure 4.2. montre d'autres interconnexions potentielles pour relier les campus : entre le train et le métro –avec la Halte CHR, la Porte-De-Douai et Pont-de-Bois– ainsi que des interconnexions entre le train et les autobus à Ronchin, Porte-de-Douai, Baisieux, Tressin et à Lesquin.

Le principe du réseau virtuel peut s'appliquer sur les campus de l'Est de la métropole en exploitant un ensemble de lignes d'autobus liant les gares de Baisieux, Tressin, Lesquin et Pont-de-Bois.

Pour identifier les cheminements alternatifs crédibles, la méthode consiste à explorer l'ensemble des relations possibles sur toute la journée vers les lieux attracteurs de flux indiqués. Si une alternative apparaît à un moment de la journée comme un chemin minimal en temps, alors la connexion est considérée comme intéressante à étudier. Cette analyse met en avant le passage par Lesquin, l'entrée par la Halte CHR, et l'arrivée par la gare de Pont-de-Bois.

Notons que les campus universitaires qui sont utilisés comme destinations des déplacements régionaux sont presque tous associés à des zones d'activité, constituant des lieux attracteurs de trafic pour motif travail : ainsi par exemple, la Faculté de Médecine est établie sur le site du Centre Hospitalier Régional, premier employeur de la métropole, tandis que le site de la Cité Scientifique est associé à une des zones d'activité dynamiques de la métropole, le parc de la Haute-Borne.

Nous allons focaliser le propos sur le raccordement à la gare de Lesquin qui peut être utile pour les étudiants venant de Valenciennes et venant des autres gare de la

ligne Lille-Maubeuge à destination des campus de Villeneuve d'Ascq. Dans un travail précédent (Menerault et L'Hostis 2000) nous avons montré l'intérêt d'une mise en valeur des potentialités de la gare de Lesquin pour l'accès aux campus de Villeneuve d'Ascq. Précisons que l'analyse développée ici aboutit à des conclusions convergentes.

A partir de la gare de Lesquin il est possible de prendre un bus qui relie sans arrêt intermédiaire le terminus du métro à la station Quatre-Cantons située à l'intérieur du campus des Sciences. La connexion entre le quai du train et l'arrêt de bus à Lesquin s'effectue dans des conditions satisfaisantes, avec un temps de trajet pedestre mesuré de trois minutes. Le bus effectue la relation en cinq à huit minutes. Au total, en se plaçant dans une situation idéale qui ne tient pas compte des temps d'attente, la relation complète du quai de la gare de Lesquin à l'Ecole Centrale prend entre 10 et 13 minutes par le bus contre 28 minutes –au mieux– si l'on passe par la gare de Lille-Flandres. Dans ces conditions, il existe un réel potentiel puisque l'on peut espérer économiser environ un quart d'heure de déplacement sans tenir compte des horaires. Pour valider ce potentiel, il est indispensable d'analyser précisément les horaires des trains et des bus à Lesquin. On montre sur la figure ci-dessous les heures d'arrivée des trains (4 horaires) en provenance de Valenciennes ainsi que les heures de départ des autobus en direction du campus de l'université des sciences (10 horaires). Sur les quatre trains de la période de pointe du matin, malgré le niveau élevé de la desserte urbaine, un seul est relié de manière satisfaisante aux autobus si nous considérons trois minutes de marche à pied entre la gare SNCF et la gare routière. Clairement, l'intermodalité n'est pas aujourd'hui un critère dans la conception des horaires d'autobus à Lesquin.

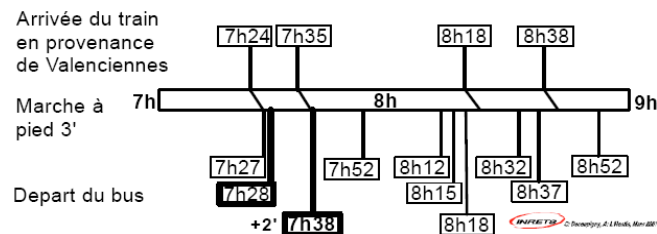


Figure 4.6. Adaptation des horaires de bus à Lesquin

Néanmoins, la fréquence importante du service de bus permet d'envisager des modifications marginales des horaires dans le but de favoriser les interconnexions rail-bus. En ce sens, la figure 4.6 montre une modification de deux minutes de l'heure de départ d'un autobus à Lesquin qui autorise une connexion du système de

transport urbain aux deux trains arrivant entre 7h00 et 8h00 qui peuvent être utilisés par les étudiants pour atteindre les campus de Villeneuve d'Ascq avant 8h00.

Il est à noter que cette proposition n'a aucun effet sur la tarification du voyage, puisque Lesquin appartient au périmètre de transports urbain : aller à l'université des sciences en autobus à partir de Lesquin coûte le même prix que le métro au départ de la gare de Lille-Flandres. Le cheminement proposé, parce qu'il mobilise les mêmes opérateurs –SNCF et Transpôle– que le cheminement classique, n'a pas d'influence négative sur la fréquentation du réseau urbain. Au contraire, cette alternative pourrait constituer un facteur de dé-saturation des flux pédestres à la gare de Lille-Flandres entre les quais du train et du métro, et à ce titre pourrait contribuer à équilibrer les flux de déplacements au sein de l'aire métropolitaine.

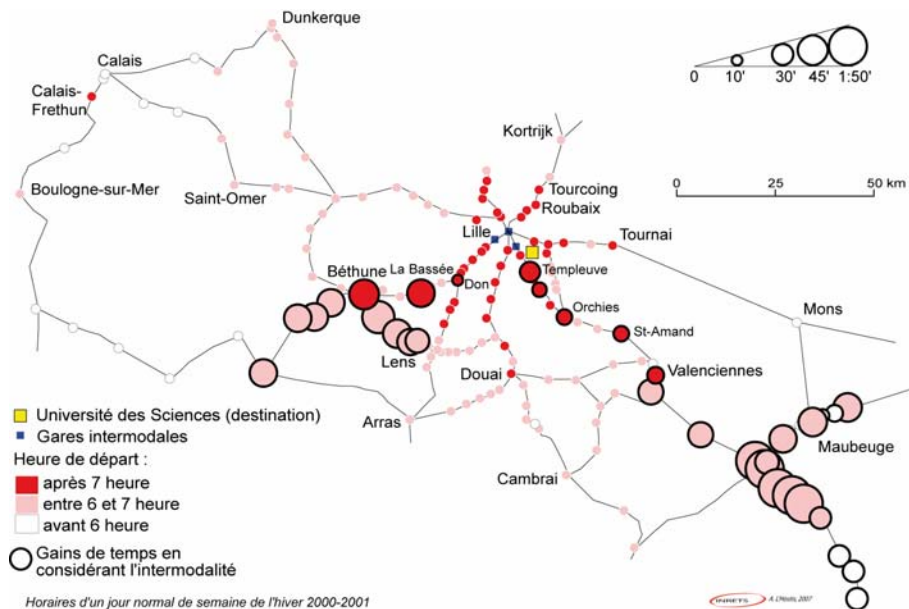


Figure 4.7. Accessibilité horaire intermodale au départ des gares du Nord-Pas-de-Calais vers le campus des sciences, heures de départ pour une arrivée avant 8h et gains de temps en considérant une amélioration de l'intermodalité

L'amélioration de l'accessibilité apportée par la modification des horaires de bus à Lesquin est mesurée vers l'université des Sciences sur la figure 4.7. Celle-ci figure la différence des heures de départ avec et sans l'activation des entrées alternatives via la gare de Lesquin et la Halte CHR. Avec quinze minutes gagnées au départ de Valenciennes, l'effet est notable et correspond au gain théorique attendu. Mais

surtout, cette amélioration permettrait de placer Valenciennes à moins d'une heure du campus, contre plus d'une heure en passant par Lille-Flandres. Sur la figure 4.7. on constate au départ de Saint-Amand, Orchies et Templeuve –les trois principales gares en termes de trafic sur la première portion de la ligne– les mêmes gains de temps qu'à Valenciennes. Au delà de Valenciennes, les gains de temps sont très importants avec une demi-heure pour Le Quesnoy et 45 minutes pour Maubeuge.

En ce qui concerne la Halte CHR, les améliorations à attendre de la valorisation de l'intermodalité pour l'accès à l'université de Droit (figure 4.5.) pourraient également être mobilisées pour l'accès à l'université des Sciences. En effet, la ligne de métro entre Lille-Flandres et les campus à l'Est de l'agglomération passe par la Halte CHR : pour cette raison les étudiants venant du secteur de Béthune peuvent prendre le métro à partir de la Halte CHR au lieu de descendre à la gare de Lille-Flandres. Ainsi, ils évitent la congestion à la gare centrale et ils gagnent quelques minutes qui leur permettent de prendre le train suivant. L'avantage potentiel est donc une amélioration significative de l'accessibilité au départ Béthune et des gares environnantes.

De plus, les mesures d'accessibilité sont les mêmes pour l'université des Sciences Humaines (voir figure 4.2.) que pour l'université des Sciences. Le développement –à la gare de Lesquin– et la valorisation –à la halte CHR– de l'intermodalité produisent les mêmes effets sur ces deux campus. Ces modifications pourraient ainsi fournir des améliorations importantes des conditions d'accès aux deux principaux campus de la métropole lilloise, où sont concentrés un tiers des effectifs régionaux d'étudiants.

On constate avec cette application que la mesure de l'accessibilité horaire est un outil approprié pour mesurer la performance spatio-temporelle du système de transport collectif incluant la dimension de l'intermodalité. De plus la méthode basée sur des graphes permet la simulation et donc l'optimisation des ruptures liées aux changements de modes ou de véhicules.

4.6. Conclusion

La mesure de l'accessibilité constitue un outil privilégié pour analyser la performance territoriale des réseaux de transport (Stathopoulos 1997). On a montré la nécessité concernant les transports collectifs de modéliser le système en prenant en compte les horaires.

Dans ce cadre méthodologique, nous avons montré comment agir conjointement sur l'ensemble des variables temporelles (fréquence, régularité, vitesse, adaptation aux rythmes urbains) dans une approche de la demande fondée sur des lieux

attracteurs, sur des segments de clientèle et sur des temporalités contraintes, qui permet de cerner des flux massifiés, domaine de pertinence des transport en commun.

Si la complémentarité entre modes de transports collectifs est rendue nécessaire par l'éclatement spatial des grands attracteurs de trafic, elle n'en recèle pas moins des virtualités inexploitées. La propriété de connectivité des réseaux – mesure du degré de maillage – est largement exploitée pour le mode routier dans lequel l'utilisateur n'est pas dépendant d'un opérateur collectif pour définir son itinéraire. Il n'en va pas de même avec les transports publics, nécessairement plus rigides dans leur fonctionnement. Pour ceux-ci, la recherche de massification conduit généralement à associer à un flux un cheminement unique (ex. train + VAL pour l'accès aux campus de Villeneuve d'Ascq) et tend ainsi à occulter les potentialités du réseau. Application directe de « l'urbanisme des réseaux » de G. Dupuy (Dupuy 1991), notre démarche amène à concevoir un système intégrant l'ensemble des réseaux de transport collectifs, dans le but de révéler toutes les alternatives, y compris celles faisant intervenir les capillarités les plus fines.

Pour évaluer l'adaptation du système de transport aux rythmes urbains il convient de spécifier finement les contraintes temporelles ; le graphe horaire permet de modéliser précisément le fonctionnement du système et de ses articulations entre les transports urbains et régionaux. On peut ainsi repérer les effets de seuil dus à une mauvaise coordination des horaires, susceptibles de provoquer une très forte dégradation de l'accessibilité. Le prolongement de la démarche, basé sur la simulation de nouveaux états du système, a conduit à établir des propositions visant à réduire les dysfonctionnements. Les représentations cartographiques permettent de traduire pleinement les enjeux dans leur dimension spatiale.

Le recueil des données horaires constitue une tâche difficile, mais donne accès, via une modélisation par des graphes à une représentation réaliste des conditions de déplacement qui permet de penser conjointement l'organisation des réseaux et leur inscription dans le milieu urbain.

Bibliographie [Style : parties annexes]

- [BAP 03] BAPTISTE H., "Détermination des chemins optimaux dans un graphe temporisé", in Graphes et réseaux, dir. P. Mathis, Paris Lavoisier: 93-112
- [BAI 79] BAILLY A., " La perception des transports en commun par l'utilisateur", Transport Environnement Circulation, n 32, pp. 23-28
- [BAV 05] BAVOUX J.-J., F. BEAUCIRE, L. CHAPELON et P. ZEMBRI, "Géographie des transports", Paris Armand Colin
- [BOZ 05] Bozzani, S. (2005). "L'Intermodalité air-fer à grande vitesse au service du rayonnement métropolitain: étude de l'articulation modale à l'aéroport de Roissy-Ch. de Gaulle au départ de Lille." Cahiers Scientifiques du Transport 47: 61-88.
- [CAU 05] CAUVIN C. , "A systemic approach to transport accessibility. A methodology developed in Strasbourg : 1982-2002", Cybergéo, Mai, N°311
- [CHA 99] CHANG Y.-H., C.-H. YEH, et C.-C. SHEN, "A multiobjective model for passenger train services planning: application to Taiwan's high-speed rail line", Transportation research
- [CHA 04] CHAPELON L., B. JOUVAUD et S. RAMORA, "L'accessibilité ferroviaire des villes françaises en 2003, 2010 et 2020: vers une nouvelle configuration de l'espace-temps", Paris Réseaux Ferrés de France
- [CHA 07] CHAPELON L. et R. LECLERC, "Accessibilité ferroviaire des villes françaises en 2020", Montpellier CNRS-Libergéo-La Documentation Française Reclus
- [CHA 97] CHATELUS G., "Accessibilité interrégionale, théorie et exemple d'application à l'échelle européenne", INRETS
- [CRE 79] De CRECY R., "Quelques réflexions sur l'accessibilité", Les cahiers scientifiques de la revue Transport, pp. 18-32
- [DIE 95] DIEKMANN A., "Umweltbewusstsein oder Anreizstrukturen? Empirische Befunde zum Energiesparen, der Verkehrsmittelwahl und zum Konsumverhalten.", in Kooperatives Umwelthandeln. Modelle, Erfahrungen, Massnahmen, dir. A. Diekmann et A. Franzen, Zürich Chur, pp. 39-68
- [DUM 99] DUMOLARD P., "Accessibilité et diffusion spatiale", L'Espace géographique, n°3
- [DUP 91] DUPUY G, "L'Urbanisme des réseaux", Paris Armand Colin
- [GEU 01] GEURS K.T. et J.R. RITSEMA Van ECK, "Accessibility Measures: Review and Applications", Bilthoven RIVM
- [GEU 04] GEURS K.T. et B. Van WEE, "Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research direction", Journal of Transport Geography, 12 (2), pp.127-140
- [GUT 96] GUTIERREZ J., R. GONZALEZ et G. GOMEZ, "The European high-speed train network: predicted effects on accessibility patterns", Journal of Transport Geography, pp. 227-238
- [GUT 98] GUTIERREZ J., A. MONZON et J. PINERO, "Accessibility, network efficiency and transport infrastructure planning", Environment and Planning A, pp. 1337-1350

[HAN 97] HANDY S.L. et D.A. NIEMEIER, "Measuring accessibility: an exploration of issues and alternatives", *Environment and Planning A*, 29, pp. 1175–1194

[HUR 94] HURIOT J.-M. et J. PERREUR, "L'Accessibilité", in *Encyclopédie d'économie spatiale*, dir. J.-P. Auray, A. Bailly, P.-H. Derycke et J.-M. Huriot, Paris Economica: pp. 55-60

[IZQ 92] IZQUIERDO R. et A. MONZON, "Capacité des infrastructures et accessibilité aux réseaux", Douzième symposium international sur la théorie et la pratique dans l'économie des transports, sous-thème 3, CEMT, pp. 247-288

[JAN 96] JANIC M., "The TransEuropean Railway Network", *Transport Policy*

[KAL 97] KALSAS B. T. et E. AASE, "Modelling accessibility for public transport in an urban context", *Faculty of Economics, University of Rome*

[KAU 02] KAUFFMAN V., "Temps et pratiques modales. Le plus court est-il le mieux ?", *RTS Marne-la-Vallée*, pp. 131-143

[KEE 88] KEEBLE D., J. OFFORD et S. WALKER, "Peripheral Regions in a Community of Twelvemember states", *Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg*

[KIM 03] KIM H.-M. et M.-P. KWAN, "Space-Time accessibility measures: A geocomputational algorithm with a focus on the feasible opportunity set and possible activity duration", *Journal of Geographical Systems*[KOE 75] KOENIG G., "Les indicateurs d'accessibilité dans les études urbaines : de la théorie à la pratique", *Revue générale des Routes et des Aéroports*, Juin, pp. 6-23

[KWA 98] KWAN M.-P., "Space-Time and integral measures of individual accessibility: A comparative analysis using a point-based framework", *Geographical Analysis*

[KWA 98] KWAN M.-P., "Gender and individual access to urban opportunities: A study using space-time measures", *The Professional Geographer*[LHO 00] L'HOSTIS A., "Multimodalité et intermodalité dans les transports", in *Atlas de France: transport et énergie*, dir. L. Chapelon, GIP RECLUS/La documentation française, 11, pp. 99-112

[LHO 06] L'HOSTIS A. et H. BAPTISTE, "A Transport network for a city network in the Nord-Pas-de-Calais region: linking the performance of the public transport service with the perspectives of a monocentric or a polycentric urban system." *European Journal of Spatial Development*

[LHO 04] L'HOSTIS A., P. MENERAULT et C. DECOUIGNY, "Assessing spatial planning policy with accessibility indicators: the case of Lille's metropolis scenario"; in *Transport developments and innovations in an evolving world*, dir. M. Beuthe, V. Himanen, A. Reggiani et L. Zamparini, Berlin Springer, pp. 293-312

[LIN 92] LINNEKER B. et N. SPENCE, "An Accessibility Analysis of the Impact of the M25 London Orbital Motorway on Britain", *Regional Studies: The Journal of the Regional Studies Association*, n°26, pp. 31-47

[MAR 96] Margail, F. "De la Correspondance à l'interopérabilité: les mots de l'interconnexion." *Flux* 25: 28-35.[MAR 98] MARTELLATO D. et P. NIJKAMP, "The

Concept of Accessibility Revisited", in *Accessibility, Trade and Locational Behaviour*, dir. A. Reggiani. Aldershot Ashgate, pp. 17-40

[MAT 03] MATHIS P., "Graphes et réseaux, modélisation multiniveaux", Paris Lavoisier/Hermès

[MCF 97] McFADDEN D. L., "The Theory and practise of disaggregate demand forecasting for various modes of urban transportation", in *Transport economics: selected readings*, dir. T. H. Oum, J. S. Dodgson, D. A. Hensher et al, Amsterdam Harwood Academic Publishers, pp. 51-79

[MEN 00] MENERAULT P. et A. L'HOSTIS, "Analyse des relations réseaux/territoires: restructuration de l'offre ferroviaire de l'axe Lille-Valenciennes-Jeumont", *GRRT*, 84

[MIL 99] MILLER H., "Measuring space-time accessibility benefits within transportation networks: Basic theory and computational methods", *Geographical Analysis*

[MIL 00] MILLER H. et Y. WU, "GIS Software for measuring space-time accessibility in transportation planning and analysis", *GeoInformatics*

[MON 88] MONZON A., "Los indicadores de accesibilidad y la planificación del transporte: concepto e clasificación", *TTC*, n°35

[MUR 98] MURRAY A., "Public Transport Access", *Transportation Research B*, n°3D

[NOU 93] Noüe, M.-F. d. and E. Al. Réseaux et territoires: rapport du groupe d'étude et de mobilisation. Paris, La documentation française.

[NUZ 99] NUZZOLO A., U. CRISALLI et F. GANGEMI, "A behavioural choice model for the evaluation of railway supply and pricing policies", *Transportation Research A*

[NUZ 01] NUZZOLO A., F. RUSSO et U. CRISALLI, "A Doubly dynamic schedule-based assignment model for transit networks", *Transportation Science*, 35(3), pp. 268-285

[OFA 74] O'FARREL P. et J. MARKHAM, "Commuter perception of public transport work journey", *Environment and planning*, no 6, pp. 79-100

[POO 95] POOLER J., "Use of Spatial Separation in the Measurement of Transportation Accessibility", *Transportation Research B*, pp. 421-427

[REG 98] REGGIANI A., "Accessibility, trade and locational behaviour", Ashgate Alderscot

[RIE 98] RIETVELD P. et F. BRUINSMA, "Is Transport infrastructure effective? Transport infrastructure and accessibility: impacts on the space economy." Berlin Springer

[SCH 97] SCHÜRMAN C., K. SPIEKEMANN et M. WEGENER, "Accessibility indicators", SASI Deliverable D5, Institut für Raumplanung, Dortmund

[SEG 05] SEGADO J.-P., "Théorie des graphes et recherche opérationnelle", Ecole Centrale d'Electronique, <http://gilco.inpg.fr/~rapine/graphe/>

[SPIE 99] SPIEKERMANN K., "Visualisierung von Eisenbahnreisezeiten - Ein interaktives Computerprogramm", Abschlussbericht des gleichnamigen Projekts für das Verkehrshaus in Luzern, Institut für Raumplanung, Dortmund

22 Information Géographique et Systèmes de Transport Urbains

[STA 97] STATHOPOULOS N., "La Performance territoriale des réseaux de transport", Paris Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées

[TRE 96] TREPANIER M. et R. CHAPLEAU, "Un Modèle d'analyse désagrégée des générateurs de déplacements: vers une connaissance détaillée de l'utilisation des lieux urbains", 31^{ème} congrès de l'association québécoise du transport et des routes, Mont Saint-Anne, Québec[VIC 74) VICKERMAN R., "Accessibility, attraction and potential: a review of some concepts and their use in determining mobility", Environment and Planning A, pp. 675-691

[VIC 96] VICKERMAN, R., "Location, Accessibility and Regional Development: the appraisal of Trans-European networks", Transport Policy 2, pp. 225-234