

Mesurer l'accessibilité en transport collectif aux pôles d'excellence de Lille Métropole.

Cyprien Richer, Patrick Palmier

▶ **To cite this version:**

Cyprien Richer, Patrick Palmier. Mesurer l'accessibilité en transport collectif aux pôles d'excellence de Lille Métropole. : Proposition d'une méthode d'évaluation multi-critères pour l'aide à la décision. Mobilités spatiales et ressources métropolitaines : l'accessibilité en questions / 11ème colloque du groupe de travail "Mobilités Spatiales et Fluidité Sociale" de l'AISLF, Mar 2011, Grenoble, France. halshs-00639264

HAL Id: halshs-00639264

https://shs.hal.science/halshs-00639264

Submitted on 14 Nov 2011

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.

COMMUNICATION AU COLLOQUE MOBILITES SPATIALES ET FLUIDITES SOCIALES 2011 :

Mobilités spatiales et ressources métropolitaines : l'accessibilité en questions

Grenoble, 24 et 25 mars 2011

11ème colloque du groupe de travail « Mobilités Spatiales et Fluidité Sociale »
de l'Association Internationale des Sociologues de Langue Française (AISLF)

Mesurer l'accessibilité en transport collectif aux pôles d'excellence de Lille Métropole. Proposition d'une méthoded'évaluation multi-critères pour l'aide à la décision

Cyprien RICHER et Patrick PALMIER

CETE Nord-Picardie,
Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement
Pôle de Compétences et d'Innovations CERTU « Transport du Quotidien ».

MOBILITES SPATIALES ET RESSOURCES METROPOLITAINES : L'ACCESSIBILITE EN QUESTION
GT « Mobilités Spatiales, Fluidités Sociales », 24 et 25 mars 2011, Grenoble, Laboratoire PACTE

Mesurer l'accessibilité en transport collectif aux pôles d'excellence de Lille Métropole. Proposition d'une méthode d'évaluation multi-critères pour l'aide à la décision.

Cyprien **RICHER** et Patrick **PALMIER**
CETE Nord-Picardie, Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement, Pôle de Compétences et d'Innovations CERTU « Transport du Quotidien ».

RESUME

L'accessibilité n'est pas un concept univoque. Si toutes les approches insistent sur l'enjeu du « potentiel de mobilité » pour l'espace et les sociétés, il convient de distinguer les multiples dimensions du système d'accessibilité territoriale (approche théorique). Cet article porte sur une de ses facettes, celle de l'accessibilité structurelle du territoires en transport collectif à travers la construction d'un indicateur multicritères (croisement de critères de temps, d'intensité des relations et de pénibilité des déplacements). L'enjeu est d'estimer plus finement des potentiels d'accessibilité en transport collectif (approche méthodologique) et d'interpréter (approche opérationnelle) les (dés)équilibres d'accès aux pôles d'excellence dans le territoire métropolitain lillois. Les résultats fournis par l'outil de calcul de l'accessibilité multimodale « MUSLIW » développé au CETE Nord-Picardie permettent de mettre en débat les politiques stratégiques de LMCU (Lille Métropole Communauté Urbaine) dans une optique d'aide à la décision. La démarche développée dans cet article est mise en perspective avec la méthode anglo-saxonne « PTAL » (Public Transport Accessibilité Level) utilisée dans la planification stratégique au Royaume-Uni. Ce croisement des regards donne la mesure de l'enjeu d'une meilleure estimation de la performance territoriale des réseaux de transport collectif pour assister les autorités responsables de l'aménagement, par exemple, dans leur choix d'urbanisation et normes de stationnement.

MOTS CLES

Accessibilité, transports collectifs, pôle d'excellence, stratégie métropolitaine, LMCU (Lille Métropole Communauté Urbaine)

INTRODUCTION

Les grandes aires métropolitaines font face à des problématiques complexes de structuration de leurs territoires. Parmi les enjeux sensibles auxquels se trouvent confrontées les métropoles figurent l'accessibilité *au* territoire et l'accessibilité *du* territoire selon les termes de l'appel à proposition des 11èmes rencontres du groupe de travail « Mobilités Spatiales et Fluidités Sociales ». L'article porte plus spécifiquement sur une observation de la structure de l'offre de transport collectif urbain dans le cadre d'une approche géographique renouvelée de l'accessibilité *du* territoire. L'enjeu est d'estimer plus finement des potentiels d'accessibilité en transport collectif (dimension méthodologique) et d'interpréter (dimension appliquée) les (dés)équilibres d'accès aux pôles d'excellence dans le territoire métropolitain lillois.

Les transports collectifs, en tant qu'alternative à l'automobile et complément des modes actifs, ont une fonction structurante à jouer dans l'accès aux fonctions métropolitaines. Les indices d'accessibilité sont des outils privilégiés pour mesurer leur performance territoriale. Si de nombreux indicateurs existent, il reste plusieurs pistes méthodologiques à explorer pour affiner la mesure de l'accessibilité en transport collectif.

- Le premier objectif de cet article porte sur ces investigations méthodologiques : Comment mieux rendre compte des conditions d'accessibilité en transport collectif ? Comment mesurer la vulnérabilité du réseau de transport collectif et la plus ou moins grande fragilité de l'accessibilité du territoire ? Il s'agit de construire une méthode d'analyse originale de l'accessibilité qui tienne compte de la logique horaire des transports collectifs et de critères multiples, pas seulement temporels. De manière plus exploratoire, nous testons l'apport de simulation en situation perturbée pour compléter l'estimation multicritères de l'accessibilité.

- Le second objectif de l'article concerne l'application à notre terrain d'étude : l'aire métropolitaine lilloise. A l'échelle de la Communauté Urbaine de Lille Métropole (LMCU), nous analysons le niveau d'accessibilité en transport collectif aux sites stratégiques à l'image de la méthode « *Public Transport Accessibility Level* (PTAL) » utilisée dans la planification des transports au Royaume-Uni. Dans une optique d'aide à la décision, l'ambition finale de l'article est de mettre en regard les choix de planification multipolaire des pôles d'excellence avec l'organisation radiale du réseau de transport collectif : dans quelle mesure la structuration des projets stratégiques de l'aire métropolitaine lilloise est-elle orientée, accompagnée ou fragilisée par la structure du réseau de transport collectif ?

La démarche méthodologique (partie 2) et appliquée (partie 3) est précédée d'un cadrage théorique et d'un état de l'art sur les mesures d'accessibilité (partie 1).

I. L'ACCESSIBILITE DES TERRITOIRES EN QUESTION

I.1. L'accessibilité du territoire : positionnement théorique

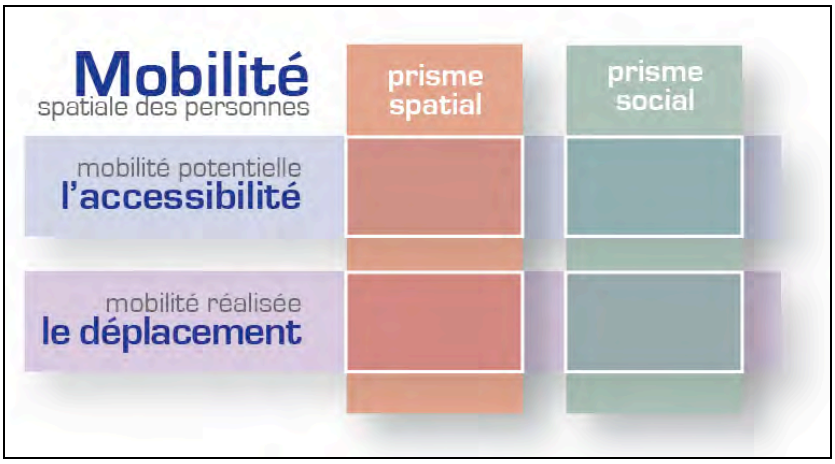
L'accessibilité se définie comme la possibilité, la capacité d'un lieu ou de tout autre chose d'être accessible à un individu ; c'est à dire que l'on est en mesure d'atteindre, d'utiliser, de comprendre... La définition est très large et le terme est aujourd'hui abondamment utilisé pour décrire des dimensions très diverses. Par analogie avec les multiples formes que prend un concept comme celui de la « mobilité »[1], il est nécessaire d'effectuer un effort de cadrage théorique pour préciser notre positionnement. Nous cherchons donc à étudier plus précisément « **l'accessibilité spatiale des personnes** » à travers le concept jugé « englobant » de mobilité, étudiée également sous sa dimension spatiale.

La **mobilité spatiale** correspond à un « mouvement » des réalités sociales dans l'espace (BASSAND, LEVY, 2003) qui peut être « potentiel » ou « réel » :

- La mobilité « effective » ou « réalisée », c'est à dire le **déplacement**, caractérise des pratiques ou comportements avérés, individuels ou collectifs, marqués par un changement de position spatiale. Elle se rapproche de la définition utilisée dans l'ouvrage de géographie des transports : « système de déplacement en relation avec les programmes d'activité, les positions géographiques et la diversité des modes de déplacement » (BAVOUX, BEAUCIRE, CHAPELON, ZEMBRI, 2005).

- La mobilité « potentielle », c'est à dire **l'accessibilité**, caractérise « l'offre de mobilité » (LEVY, 2003) à travers différentes dimensions estimant la capacité d'accès de l'espace ou à l'espace. Il s'agit d'une « possibilité d'atteindre un lieu dans le but d'y effectuer une activité » (L'HOSTIS, CONESA, 2008).

Figure n°1 : les dimensions de la mobilité spatiale des personnes



Cette première distinction en appelle une autre : chacune de ces dimensions de la mobilité spatiale, le déplacement et l'accessibilité, peut être observée sous un prisme social et sous un prisme spatial. Ainsi, l'appréhension de l'accessibilité s'enrichie d'une

[1] « La mobilité est sociale et spatiale, physique, virtuelle ou potentielle, elle concerne les personnes, les biens et les informations » (Kaufmann, Jemelin, 2004)

formalisation systémique s'inspirant des termes employés dans l'appel à communication (MSFS 2011) et d'une production récente (L'HOSTIS, CONESA, 2008) :

- **L'accessibilité des personnes au territoire** correspond aux potentialités d'accès des populations aux ressources urbaines. Elle renvoie à un potentiel social (voire anthropologique) qui peut être interprétée comme une « capacité » individuelle ou collective à être mobile dans l'espace. Cet aspect fait référence à la notion de « motilité » définit comme « la manière dont un individu ou un groupe fait sien le champ du possible en matière de mobilité et en fait usage pour développer des projets » (KAUFMANN, JEMELIN, 2004). Ce champ d'appréhension de l'accessibilité porte sur l'adaptation ou l'inadaptation des compétences que doivent mobiliser les personnes pour accéder aux ressources. Le handicap est un des champs de réflexion[2], non pas en tant que personne mais en tant que situation : l'espace et ses aménagements sont susceptibles de faciliter ou de restreindre les potentiels de mobilité d'un individu ou d'un groupe.

- **L'accessibilité du territoire** correspond davantage à un potentiel spatial qui détermine la capacité de différentes ressources à être accessible en fonction de leur position dans l'espace et de la plus ou bonne maîtrise des distances. C'est donc ici la structure spatio-temporelle de l'offre de transport qui détermine le potentiel spatial de l'accessibilité. 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 » (L'HOSTIS, CONESA, 2008).

Figure n°2 : le système d'accessibilité territorial



[2] Il convient donc d'éviter le raccourcis qui consiste à considérer « l'accessibilité » sous la seule entrée des mobilités réduites comme se risque à le faire, les « schémas directeurs d'accessibilité », les plans de « mise en accessibilité » ou autres « journées territoriales de l'accessibilité ». On concède cependant que « l'invention de l'accessibilité » (LARROUY, 2007) et sa large démocratisation marquent une avancée considérable dans la prise en compte du handicap de situation et non plus de personne.

Les interactions entre ces deux champs d'analyse, décrivent un « **système d'accessibilité territorial** » qui témoignent de la complexité des rapports entre les individus et les groupes sociaux d'une part, et la configuration de l'espace géographique, d'autre part. Cette approche systémique s'inscrit directement des travaux sur les interactions entre la matérialité du territoire et l'organisation sociale, rangées sous les expressions « autopoïèse » (LE BERRE, 1995) ou « système territoriale complexe » (MOINE, 2002).

Les interactions concernent d'un côté, l'influence du potentiel social de mobilité sur le potentiel spatial ; de l'autre, la contrainte du potentiel spatial sur le social. Dans la première direction, il s'agit par exemple, des démarches de « mise en accessibilité » de l'espace public qui visent à gommer au maximum les situations de mobilité réduite de diverses catégories d'usagers ou de l'apprentissage de compétences, du développement de stratégies qui permet à des individus ou groupes sociaux de s'ouvrir des potentiels de mobilité (Sur ce point, voir par exemple la thèse de Yves JOUFFE, 2007, les communications de Joël MEISSONNIER ou Thierry RAMADIER). Dans l'autre direction, l'exemple des contraintes du déséquilibre spatial de l'offre en transport collectif pour l'accès à un bassin d'emploi adapté est illustratif (WENGLENSKI, 2003 ; CERTU, 2007). Notre article porte sur un des aspects du « système d'accessibilité territoriale », en l'occurrence l'accessibilité du territoire à travers la structure spatio-temporelle de l'offre afin d'estimer la contrainte que celle-ci exerce sur les potentialités d'accès des populations.

I.2. Les mesures d'accessibilité en transport collectif

L'accessibilité, tel que nous la considérons dans cet article, renvoie donc à des critères spatio-temporels d'évaluation reflétant la performance intrinsèque du système de transport (CHAPELON, 1997). Elle va dépendre non seulement de la position géographique respective des lieux d'origine et de destination, mais également du niveau de service offert par le ou les systèmes de transport utilisés pour accomplir le déplacement (CHAPELON, 2005). L'accessibilité se mobilise très bien dans une modélisation spatiotemporelle, ce qui permet d'affiner les calculs et de mesurer l'adéquation des réseaux de transports à ce qui pourrait être des rythmes de vie (BAPTISTE, L'HOSTIS, 2002). L'évaluation de l'accessibilité des transports collectifs, sous l'angle de la performance territoriale des réseaux de transport (STATHOPOULOS, 1994) fait référence à de multiples indicateurs. Différents travaux dressent des perspectives méthodologiques et clarifient le choix d'indicateurs pour l'analyse de l'accessibilité (DUPUY, 1985 ; CHAPELON, 1997 ; JOLY, 1999 ; HILAL, 2003 ; CAUBEL, 2006 ; CONESA, 2010). Selon ces sources, on peut rapidement déterminer trois grandes familles de mesure de l'accessibilité :

- **Indicateurs économiques**

Les modèles d'interaction spatiale sont une généralisation des modèles gravitaires qui s'inscrivent dans le prolongement de la théorie économique de l'accessibilité urbaine de KOENIG (1975). Ils mesurent un volume potentiel d'opportunités qu'on peut atteindre dans l'ensemble de l'espace urbain, pondéré par une fonction de résistance liée au déplacement entre une zone d'origine et une zone de destination (CAUBEL, 2006). Cette fonction de résistance traduit l'effort (distance, coût, durée du déplacement) que doit fournir l'individu en se déplaçant pour atteindre une activité dont il a besoin. Parmi les indicateurs les plus utilisés figure le calcul de potentiel pour mesurer l'offre probable d'une ressource en tenant compte de sa distribution et d'une fonction d'interaction (HILAL, 2003). Dans notre approche davantage géographique, nous nous écartons des modèles gravitaires et donc de certaines modélisations récentes de l'accessibilité (par exemple les travaux du Laboratoire d'Economie des Transports dirigés par Yves CROZET).

- **Indicateurs topologiques**

Les modèles topologiques font appel à la théorie des graphes. Ils mesurent les propriétés géométriques de l'espace à travers la structure du réseau de transport. La démarche permet d'évaluer les effets spatio-temporels des réseaux par la mesure des distances, du temps mais aussi des coûts, de la connectivité … Les modélisations pionnières de la RATP (STATHOPOULOS, 1990) ont été ensuite largement enrichies par les travaux de « l'Ecole de Tours » principalement le cadres de thèse en aménagement (Laurent CHAPELON, Christophe et Fabrice DECOUPIGNY, Alain L'HOSTIS, Hervé BAPTISTE, Julien COQUIO, Alexis CONESA…). Nos choix méthodologiques s'inspirent en grande partie de ces travaux et s'appuient directement sur la topologie des réseaux.

- **Prismes spatio-temporels**

Les modèles issus de la « time geography » mise en évidence par Torsten HAGERSTRAND, « prône l'analyse des possibilités de déplacements en tenant compte de leur empreinte spatio-temporelle » (CONESA, 2010). La théorie s'appuie sur une représentation des volumes d'activité accessible par les individus à un moment donné de la journée, sous les contraintes temporelles des individus et des activités. Les « prismes spatio-temporels » témoignent d'une accessibilité potentielle aux ressources urbaines dépendante de « contraintes de capacité » pesant sur l'individu (CHARDONNEL, 2001). La « time geography » nous interpelle sur deux éléments : d'abord sur « l'épreuve » individuelle que constitue la mobilité et qui nécessite une prise en compte des facteurs de pénibilité du déplacement (tel que les correspondances) ; ensuite sur l'importance des variations spatio-temporelles de l'offre de transport qui rend nécessaire, pour les transports collectifs, la prise en compte des services horaires.

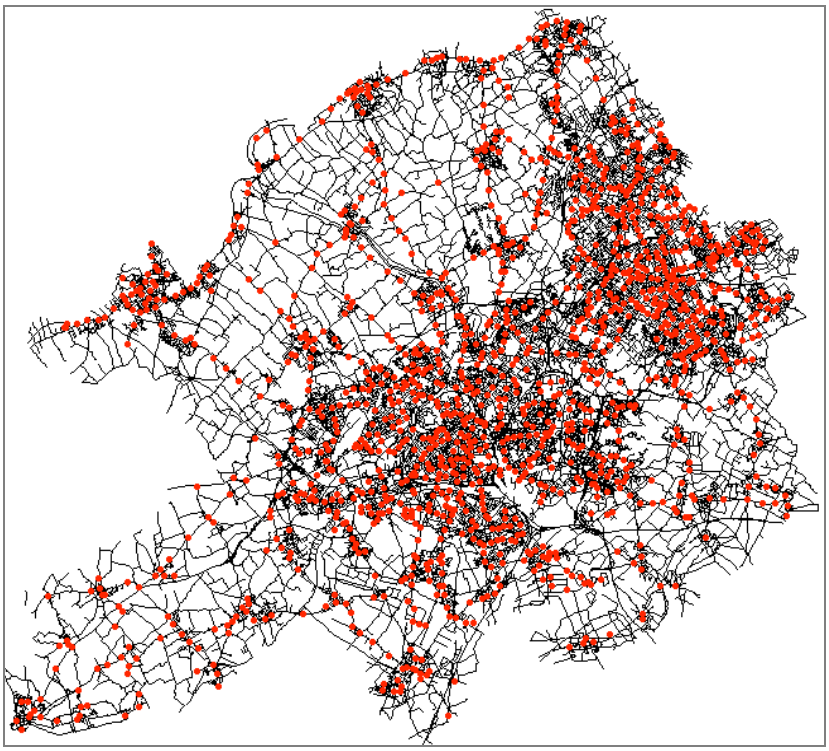
II. DEMARCHE METHODOLOGIQUE : VERS UNE ESTIMATION MULTICRITERES DE L'ACCESSIBILITE EN TRANSPORT COLLECTIF

II.1. Une accessibilité « horaire » mesurée par « MUSLIW », logiciel de calcul d'accessibilité multimodale

Notre démarche méthodologique est motivée par la construction d'un indicateur d'accessibilité enrichissant les approches existantes sur l'évaluation de « l'apport du réseau en différents points ou secteurs du territoire » (STATHOPOULOS, 1994). En cohérence avec les apports théoriques, il apparaît indispensable **d'appréhender l'accessibilité en transport collectif par les données des services horaires.** La prise en compte des horaires assure une compréhension plus fine des « possibles » qu'un temps moyen ou qu'un meilleur temps de trajet, en se plaçant au niveau de l'usager. Les transports collectifs étant soumis aux horaires de passage des véhicules, « il est pertinent d'utiliser l'information horaire pour comprendre le fonctionnement et analyser la performance spatio-temporelle du système » (L'HOSTIS, CONESA, 2010).

Créé et développé au CETE Nord-Picardie, « MUSLIW » est un outil de mesure de l'accessibilité multimodale à partir de données avec des formats largement répandus. Il utilise un algorithme des plus courts chemins qui a été adapté aux besoins de coupler route et transport collectif. Les mesures d'accessibilité effectuées dans MUSLIW associent : **le transport individuel** sur voirie (tel que la voiture, la marche ou le vélo) qui n'a pas de contrainte horaire (mais avec la possibilité de déterminer des périodes de la journée ou de la semaine où la circulation est plus difficile) et **le transport collectif** avec des services horaires et un calendrier précis des circulations. Les calculs d'accessibilité fournissent des fichiers « texte » qui sont ensuite mobilisables dans un SIG pour produire des analyses spatiales et obtenir une production cartographique. La donnée de base calculée par MUSLIW est renseignée au niveau de chaque tronçon.

Figure n°3 : le réseau multimodal (transports collectifs et voirie) dans Musliw



Le réseau multimodal a été construit à partir de 3 sources de données : les horaires du réseau de transport collectif urbain « *Transpole* » du printemps 2008 (métro, tramway, bus) ; les horaires du réseau ferroviaire de la *SNCF* de l'hiver 2008 ; le réseau de voirie de Lille Métropole Communauté Urbaine. Les gares et les arrêts de transport collectif ont été connectés orthogonalement sur le tronçon de voirie le plus proche. Les tronçons Transpole et SNCF sont définis par un calendrier de circulation et des horaires de passages (horaire de départ, horaire d'arrivée). Les tronçons de marche à pied sont eux disponibles 7j/7 et 24h/24. Un travail important de structuration et d'exploitation des bases de données horaires a du être effectué pour construire les tronçons TC. Le travail a été réalisé sous Mapinfo pour la connexion des gares et des arrêts au réseau de voirie et sous R[3] pour la structuration et l'exploitation des données horaires. Au final, le réseau du territoire communautaire compte 35 025 nœuds, 113 845 arcs et 451 729 services horaires.

L'accessibilité est mesurée à partir d'une adresse (croisement de tronçons de voirie) se situant au barycentre de chaque pôle d'excellence de Lille Métropole. Ce point est plus ou moins éloigné d'une station de transport en commun. Ainsi les mesures prennent en compte les pré et post acheminement réalisés à pied sur les tronçons de voirie.

II.2. Une accessibilité horaire pondérée par des requêtes minutées

Le travers méthodologique des mesures d'accessibilité sous contrainte horaire est lié à sa « trop » grande précision : calculer l'accessibilité à 9h peut donner une accessibilité très différente d'un même calcul à 9h04 : « 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, pour construire une analyse globale » (L'HOSTIS, CONESA, 2008). Ainsi, il est apparu intéressant de multiplier les mesures d'accessibilité horaire dans une plage horaire. Des mesures d'évaluation du niveau d'accessibilité en transport en commun, tel que la méthode PTAL (*Public Transport Accessibility Level*), s'appuient sur le niveau de service en heure de pointe du matin (définie dans la méthode PTAL de 08h15 à 09h15). L'heure de pointe du matin est d'ailleurs considérer « comme un bon indicateur du niveau de service offert pour les relations domicile - travail » (DRE NPDC, 1999) : c'est la période de début des cours, de l'ouverture des magasins et des bureaux » (MENERAULT, L'HOSTIS, 2000).

Nous avons choisi d'effectuer une moyenne des calculs d'accessibilité effectuée pour un accès aux sites étudiés entre 8h et 9h. Dans cette plage horaire, 60 requêtes ont été effectuées soit une toute les minutes. **Ainsi, nos mesures d'accessibilité correspondent à la moyenne de 60 chemins optimaux mesurant l'accès à 8h00, 8h01, 8h02,..., 8h59 aux pôles étudiés à partir de tous les points du réseau (viaire et TC).** Ce grand nombre d'interrogations rendu possible par l'amélioration des outils informatiques, permet d'observer et de pondérer l'oscillation de l'accessibilité horaire en transport collectif.

Trois paramètres modulables par l'utilisateur doivent être déterminés pour effectuer les calculs avec MUSLIW :

- Le temps d'attente en station, non pondéré, est supérieur ou égal à 2 minutes. Il s'agit du temps de correspondance minimal en dessous duquel l'intermodalité est impossible. L'usager doit ainsi être présent à l'arrêt au moins 2 minutes avant le passage du transport en commun. De même, les mesures interdisent à un usager d'attendre plus de 2 heures à un arrêt.

[3] R est un langage de programmation utilisé pour le traitement des données et l'analyse statistique.

- Le calcul des chemins optimaux se fait en temps généralisé. Le temps de correspondance a été pondéré d'un facteur 5, ce qui implique que toute rupture de charge équivaut à une pénalité de 10 minutes du temps de parcours. Cette pénalité est indispensable pour éviter que l'usager privilégie de manière démesurée de nombreuses correspondances. La prise en compte d'une pénalité est cohérente avec les travaux sur la valeur donnée au temps par les usagers des transports collectifs (Litman, 2008 ; Dobruszkes, Veiders, Hubert, Laporte, 2010) : une correspondance est usuellement estimée à une pénalité de 5 à 15 minutes d'équivalent du temps passé à bord (en sus du temps objectivement passé à attendre) ; un usager préfèrerait donc un trajet direct de 40 minutes qu'un trajet de 30 minutes avec correspondance. Enfin, le temps de marche à pied est pénalisé de 50%. Dans le même ordre d'idée, un usager privilégie un trajet de 20 minutes en transport collectif qu'un trajet de 15 minutes à pied.

- La vitesse de marche est fixée à 4 km/h tandis que le budget temps alloué à l'usager est de 30 minutes maximum pour l'intégralité de son déplacement, ce qui équivaut à 2 km de marche (demi-tours interdits). Ainsi, le cumul de la marche à pied pour atteindre la station de transport collectif la plus proche de son domicile, pour effectuer d'éventuelles correspondances et pour atteindre la destination terminale (les pôles d'excellence), ne doit pas dépasser 30 minutes. Ainsi, si une origine-destination dépasse ce seuil, le déplacement est considéré comme non réalisable en transports collectifs.

Le calcul de 60 simulations (chaque minute entre 8h et 9h) avec MUSLIW génère pour chaque pôle d'excellence un fichier résultats qui contient pour chaque tronçon du réseau accessible, toutes les caractéristiques des temps d'accès (origine, destination, jour, heure, temps : dans le véhicule, d'attente, de correspondance, de marche etc…). Chaque fichier a une taille de l'ordre de 650 Mo et environ 5 000 000 d'enregistrements. Ce fichier doit ensuite faire l'objet de traitement statistique pour construire les indicateurs d'accessibilité à travers trois critères.

II.3. Elaboration d'une mesure de l'accessibilité horaire multi-critères

Pour refléter une plus grande précision de l'accessibilité du territoire, nous avons choisi de ne pas se limiter au critère temporel. L'accessibilité horaire en transport collectif présenté dans cet article combine trois critères : le Temps, l'Intensité et la Pénibilité (« TIP ») :

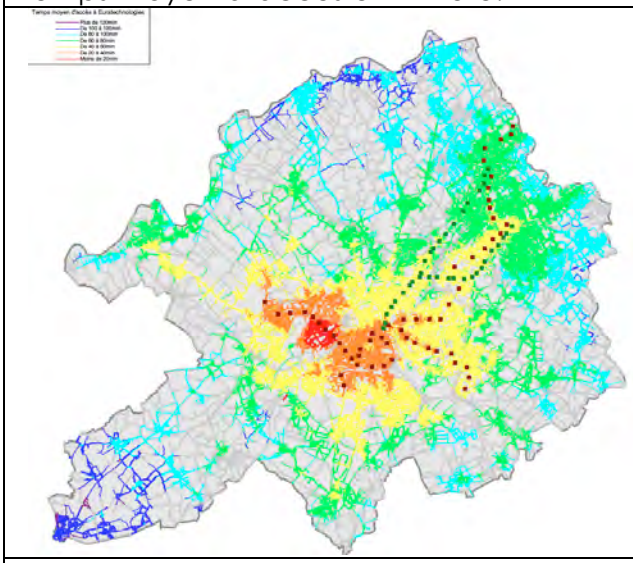
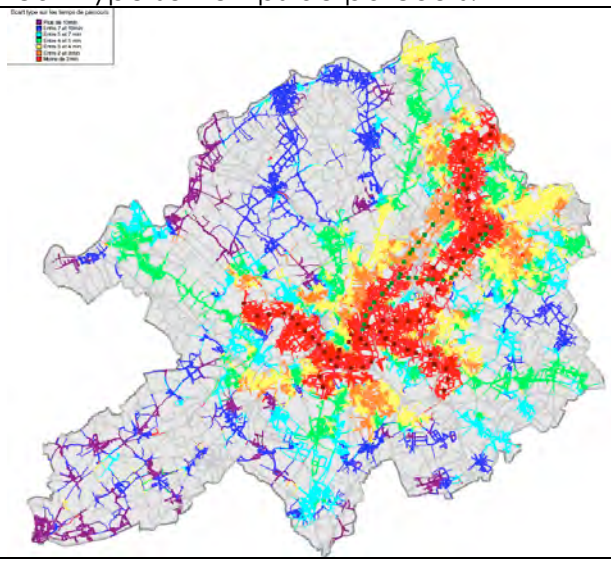
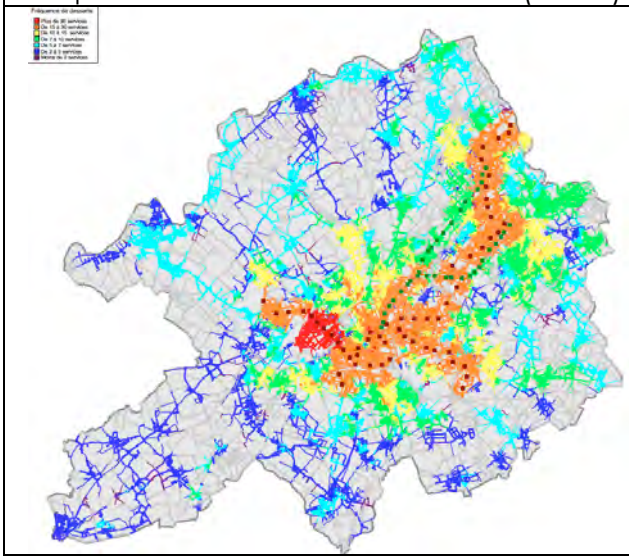
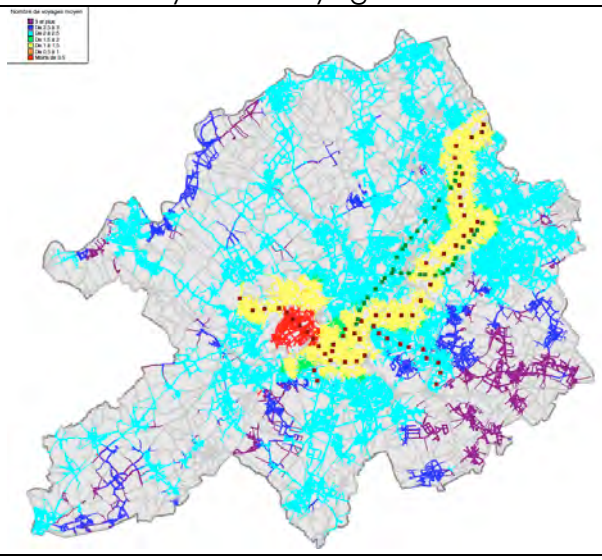
- Le critère temporel est calculé par une moyenne des temps d'accès estimé sous contrainte horaire défini précédemment (accès aux pôles d'excellence à 8h00, 8h01, 8h02,..., 8h59). Il s'agit donc d'une réalité horaire pondérée par ces mesures minutées.

- Le deuxième critère correspond à l'intensité de l'accès en transport collectif combinant le nombre de service et « l'élasticité » de l'offre. La fréquence des relations est mise en évidence par le nombre de possibilités d'effectuer le trajet sur une plage temporelle, en l'occurrence l'heure de pointe du matin (accès à 8h00, 8h01, 8h02,..., 8h59). Comme nous effectuons 60 requêtes, il y a 60 possibilités au maximum d'avoir une offre pour accéder aux pôles d'excellence. Si par exemple, une relation n'est desservie que par un train toutes les demi-heures, alors les 60 simulations à la minute ne donneront que 2 horaires de départ différents dans l'heure. Ce critère est doublé d'une autre estimation : la variabilité des temps d'accès sur la même plage horaire. « L'élasticité » du service, composante importante de l'accessibilité en transport collectif (CHAPELON, BAPTISTE, COQUIO, JOUVAUD, L'HOSTIS, MENDE, RAMORA 2005), correspond ici à l'écart-type, c'est à

dire la dispersion des temps d'accès autour de la moyenne. Indépendamment du temps d'accès, l'usager souhaite pouvoir bénéficier d'une fréquence correcte avec un niveau de service relativement homogène pour limiter sa dépendance à une offre de bonne qualité mais très rare.

- Le troisième critère témoigne du caractère plus ou moins éprouvant des déplacements : l'accessibilité ne renvoie pas exclusivement à une seule donnée temporelle, mais elle traduit également la « pénibilité du déplacement » (CHAPELON, 2004). Ce critère de « pénibilité » est estimé à travers la moyenne du nombre de voyages nécessaires pour effectuer chacune des relations interrogées : 0 voyage équivaut à un trajet à pied, 1 voyage équivaut à un déplacement sans correspondance, 2 voyages équivaut à un déplacement avec 1 correspondance etc… Cet indicateur de correspondances traduit un effort à la fois physique, cognitif et affectif (WARDMAN, HINE, 2000), important à prendre en compte pour mieux estimer l'accessibilité.

Figures n°4 : Décomposition des critères de temps, d'intensité et de pénibilité pour la mesure de l'accessibilité « TIP ». Exemple d'Euratechnologie.

TEMPS. Temps moyen d'accès en minute.	INTENSITE 1/2. Ecart-type sur temps de parcours.
	
INTENSITE 2/2. Fréquence en nombre de desserte (sur 60)	PENIBILITE. Nombre moyen de voyages
	

Afin d'offrir une évaluation agrégée de l'accessibilité en transport collectif à chaque pôle d'excellence, on procède à la construction d'une typologie croisant les critères « TIP » de temps, d'intensité et de pénibilité. Pour cela, il a fallu donner à chacune des variables « TIP » une importance équivalente et donc les transformer en variables centrées réduites (moyenne=0, écart type=1). Ensuite, une classification statistique automatique basée sur la procédure K-means[4] a généré 6 classes homogènes (comme dans la méthode « *PTAL* »). Une septième classe regroupe les tronçons inaccessibles en transport en commun pour se rendre au pôle concerné compte tenu des hypothèses retenues. Chaque agrégation de l'accessibilité « TIP » à un pôle d'excellence obtient des classes ayant des bornes spécifiques.

Le poids de population des différentes classes statistiques peut ensuite être déterminé pour quantifier la couverture démographique des secteurs correspondant à un des 6 niveaux d'accessibilité « TIP ». Les données démographiques utilisées sont les populations sans double compte issues du recensement général de la population 1999 de l'INSEE[5]. Comme il est nécessaire de passer d'une classification linéaire à une classification surfacique pour estimer les populations couvertes, le territoire communautaire a été maillé par des cellules de 100 m de côté par l'intermédiaire d'un module original développé par le CETE sous Mapinfo. Pour chacune des cellules on détermine le tronçon le plus proche par projection orthogonale. La valeur de la classe à laquelle le tronçon appartient est alors affectée à la cellule. Il suffit ensuite de fusionner géographiquement toutes les cellules d'une même classe pour constituer le polygone de la zone d'influence de la dite classe. Une requête géographique permet ensuite de déterminer la population de chaque polygone ventilée dans chacune des classes au prorata de la surface d'intersection entre les deux polygones.

Enfin, la démarche vise à produire une carte d'accessibilité « multipolaire » en transport collectif cumulant les différentes mesures « polaire » c'est à dire à chacun des 5 pôles d'excellence de la métropole lilloise. La typologie « TIP » basée sur des critère de Temps, d'Intensité et de Pénibilité réalisée pour chacun des pôles, est agrégée pour déterminer une image unique à l'échelle de Lille Métropole de l'accessibilité en transport collectif aux pôles d'excellence.

[4] L'algorithme K-means de partitionnement de données est une méthode dont le but est de regrouper chaque observation dans la partition (classe) qui a la moyenne la plus proche.
[5] Ces données sont les dernières localisées à l'ilot INSEE, ce qui permet une ventilation pour chaque classe de desserte assez fine. Le recensement rénové dont les premiers résultats sont disponibles pour les années 2006 et 2007, n'est pas disponible à un niveau infra-communal plus détaillé que l'IRIS.

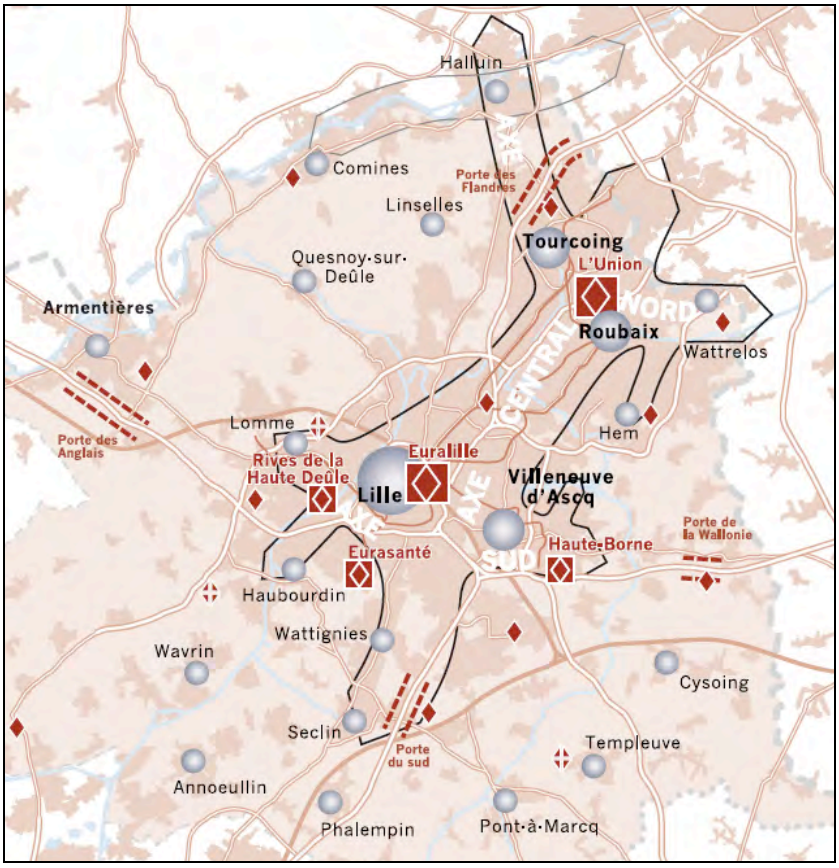
III. UNE MESURE DE L'ACCESSIBILITE APPLIQUEE AUX POLES D'EXCELLENCE DE L'AIRE METROPOLITAINE LILLOISE

III.1. Transport public et planification stratégique dans l'aire métropolitaine lilloise

L'agglomération lilloise est structurée politiquement en communauté urbaine depuis 1968 suite à la décision de l'Etat de renforcer l'intercommunalité dans les métropoles d'équilibre. Décisive dans l'élaboration d'un projet métropolitain (PARIS, 2002), la communauté urbaine va engager la « bifurcation métropolitaine » (PARIS, STEVENS, 2000) dans un contexte marqué par une crise industrielle d'une rare intensité. L'arrivée du TGV au cœur de Lille en 1994 va sceller un consensus métropolitain et activer la création d'une « turbine tertiaire », Euralille, selon les propres mots de Pierre MAUROY, ancien président de LMCU. L'espace interstitiel entre les gares de Lille-Flandres et de Lille-Europe ont ouvert des opportunités d'aménagement urbain qui ont permis symboliquement de créer une « métropole sur l'intervalle » (DOUTRIAUX, 1992).

Ce projet d'envergure s'affirme aujourd'hui comme la principale vitrine tertiaire métropolitaine : le programme central « Euralille 1 » lancé en 1994, puis « Euralille 2 » en 2000 et la ZAC « Porte de Valenciennes » en cours de réalisation, représente plus de 350 000 m² de surface de bureaux pour un objectif de 15 000 emplois. La vitrine tertiaire de Lille Métropole est présenté par le schéma directeur en vigueur (approuvé en 2002) comme un « pôle d'excellence métropolitain » de premier plan. Cependant, il n'est pas le seul à être considéré comme un point fort du rayonnement économique de la métropole.

Figures n°5 : Les pôles d'excellence métropolitain du schéma directeur (LMCU, 2002)



** le pôle « Rives de la Haute Deûle » s'appelle aujourd'hui « Euratechnologie »*

POLE D'EXCELLENCE *(filière)*	Sup. (ha)	Surface bureaux (m2)		Nombre d'emplois [6]	
		En 2010	*Objectif à terme*	En 2010	*Objectif à terme*
EURALILLE	130	365 000	*projet +100 000*	12 000	*15 000*
EURATECHNOLOGIE * *(Information et communication)*	100	40 000	*150 000*	1 400	*5 000*
EURASANTE *(Biologie et Santé)*	300	70 000	*300 000*	2 500	*5 000*
HAUTE-BORNE *(Recherche et innovation)*	140	90 000	*250 000*	5 500	*10 000*
UNION *(Image et textiles innovants)*	80	20 000	*250 000*	700	*3 000*

Le schéma directeur s'appuie sur le développement d'un « schéma polycentrique » autour de 5 pôles d'excellence : Hormis Euralille, il s'agit des secteurs de « l'Union » autour du canal entre Roubaix, Tourcoing et Wattrelos, « d'Euratechnologie » entre Lille et Lomme, « d'Eurasanté » accolé au site hospitalier universitaire régional entre Lille, Loos et Wattignies et de la « Haute-Borne » à proximité de l'université de Lille 1 à Villeneuve-d'Ascq. La planification stratégique de la métropole lilloise, relayé aujourd'hui par un SCOT en cours d'élaboration, vise à renforcer une offre économique de niveau international. D'après le schéma directeur, ces cinq pôles d'excellence sont conçus pour que leur rayonnement dépasse les limites de l'arrondissement et contribue à l'ambition européenne de la métropole. Par leur implantation multipolaire (Centre pour Euralille, Est pour Haute-Borne, Ouest pour Euratechnologie, Sud pour Eurasanté, Nord pour Union), ils contribuent à opérer une « redistribution symbolique de la centralité » (CASTEL, 2007).

Pour que ces cinq pôles participent au rayonnement métropolitain, l'accessibilité est perçue comme un enjeu prioritaire. Au niveau international et national, la desserte TGV connectée à de grands aéroports internationaux, assure une accessibilité de bon niveau malgré une rente de situation fragile (MENERAULT, 2010). Au niveau régional, considéré comme la zone d'extension de l'influence métropolitaine lilloise, le réseau autoroutier saturé et le réseau ferroviaire régional tentent de palier à la croissance des flux de navetteur vers le secteur central de la métropole. Le TER-GV participe à l'élaboration d'un scénario métropolitain visant à mettre les principales villes régionales à moins d'une heure de Lille, épicentre de la dynamique économique. Dans cette architecture, les gares de Lille-Flandres et Lille-Europe constituent un important « espace nodal » (BARRE, 2001) au cœur d'une aire métropolitaine de 3,5 millions d'habitants (PARIS, 2002).

A défaut de disposer de toutes les données pour pouvoir étendre notre zone d'analyse, l'application se restreint à l'échelle de la communauté urbaine. A cette échelle, la construction du métro léger a joué un rôle structurant dans l'affirmation de l'identité métropolitaine comme l'a démontré Philippe MENERAULT. Les deux lignes de métro sillonnent les différents versants de la conurbation lilloise et desservent les principaux générateurs de flux de la métropole (gares TGV, universités, centres hospitaliers, pôles d'excellence…). Cependant, le développement essentiellement radial du réseau de transport collectif néglige souvent la complémentarité avec le mode ferroviaire

[6] Le poids relatif des « pôles d'excellence » dans les fonctions métropolitaines est à ajuster en fonction des secteurs dans lesquels ils se localisent. Aux 2 500 salariés actuels du secteur « Eurasanté », il faut ajouter quelques 12 000 employés du CHRU. Autre exemple, le secteur de la « Haute-Borne » est accolé au site universitaire de l'USTL (Université des Sciences et Technologies de Lille 1) qui concentre près de 20 000 étudiants et 1 500 enseignants-chercheurs.

(MENERAULT, BARRE, 2001). Cette organisation radiale qui « peut apparaître aujourd'hui comme une force, en raison des gains d'accessibilité procurés par la concentration des moyens de transport et des échelles de dessertes, peut s'avérer demain comme un facteur de fragilité », notamment par le résultat d'une « répartition plus éclatée des grands projets métropolitains » (MENERAULT, 2008). C'est l'hypothèse que nous allons tester par l'application de la méthode multicritères de mesure de l'accessibilité.

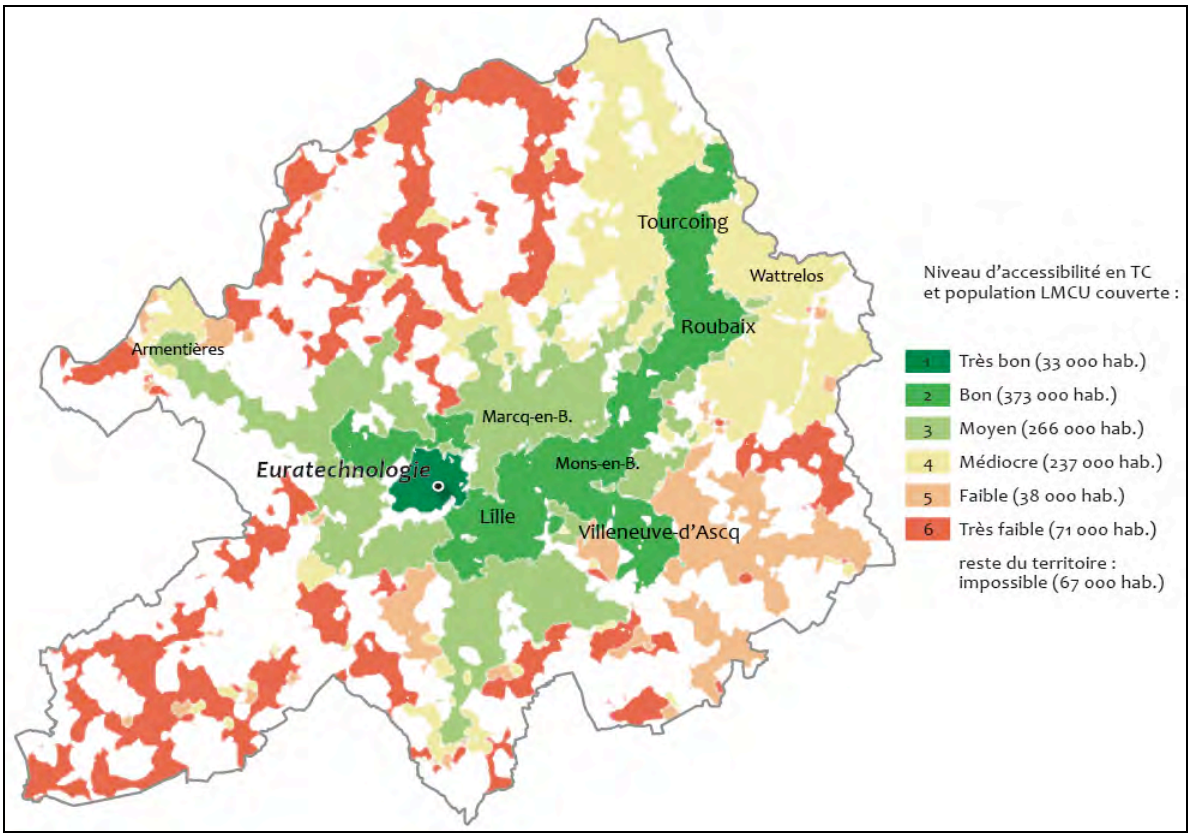
III.2. Les pôles d'excellence de l'aire métropolitaine lilloise : une accessibilité en transport collectif homogène ?

Avant de passer en revue l'accessibilité en transport collectif à l'ensemble des pôles d'excellence, nous présentons les résultats sur un site stratégique, celui d'Euratechnologie.

- **EXEMPLE D'EURATECHNOLOGIE**

Le document suivant présente l'accessibilité au pôle « Euratechnologie » croisant des critères de temps, d'intensité et de pénibilité présenter dans la démarche méthodologique (partie 2). Ce site d'excellence, aménagé sur une friche industrielle entre Lille et Lomme, bénéficie d'un bon accès de proximité dans un environnement urbain assez dense. Il est desservi par la ligne 2 du Métro léger même si les deux stations les plus proches (Canteleu et Bois Blancs) sont légèrement excentrées du site : il faut compter une dizaine de minutes à pied de post-acheminement. Les lignes 1 et 2 du métro assurent cependant une très bonne desserte d'Euratechnologie à partir d'une large portion de l'espace aggloméré de Lille Métropole (1/3 de la population couverte par le corridor métro). Au-delà, une troisième classe distingue des territoires relativement bien desservis mais nécessitant une correspondance par le rabattement de lignes de bus vers le métro. Les communes du bassin nord-est autour de Tourcoing et Roubaix (hors corridor métro) présentent des caractéristiques analogues (même fréquence et même type de rabattement bus vers métro) mais avec temps de trajet beaucoup plus élevé (Classe 4).

Figures n°6 : L'accessibilité « TIP » en TC au pôle d'excellence Euratechnologie



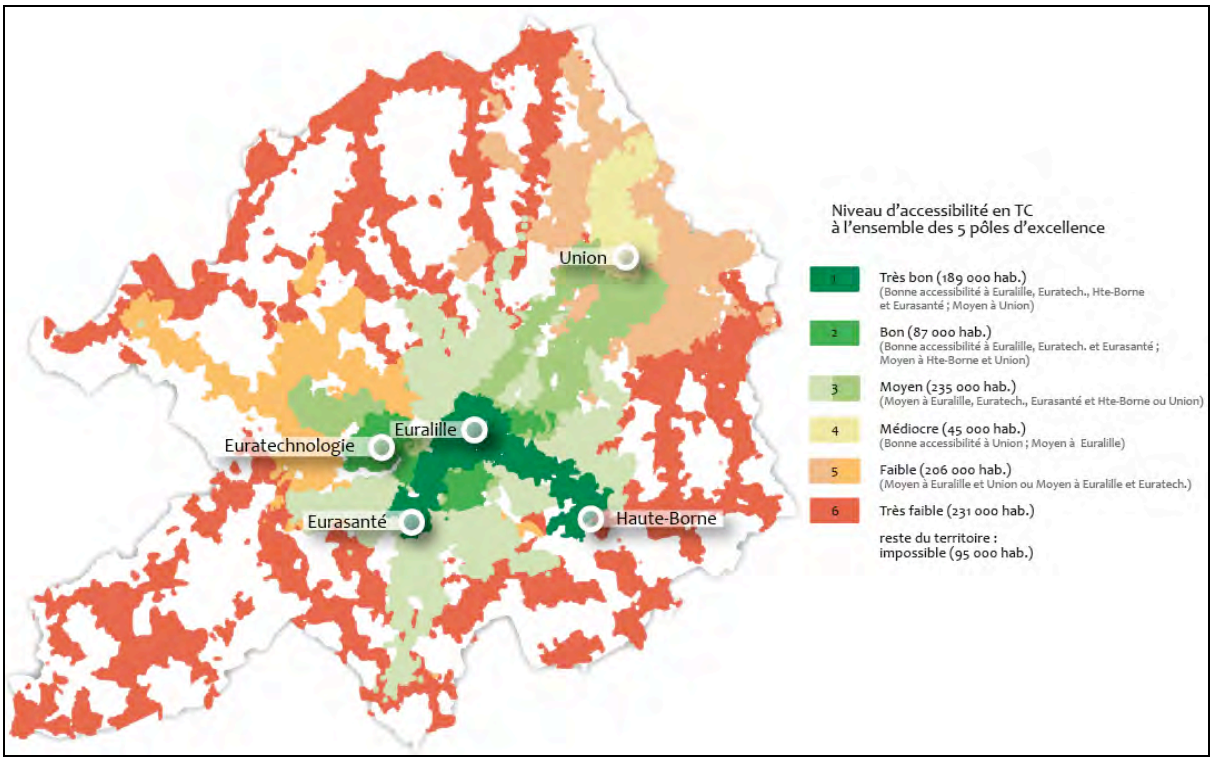
Secteurs « TIP » d'accessibilité EURATECHNOLOGIE	TEMPS	INTENSITE		PENIBILITE	POPULATION	
	Temps moyen (min.)	Ecart-type (Min.)	Nombre de relations	Nombre de voyages	Nombre d'habitants	Part des habitants LMCU
1/ Périmètre marche à pied	18,6	0,1	59,4	0,0	33 341	3 %
2/ Corridor métro	47,9	1,3	21,2	1,2	373 634	34 %
3/ Bus vers métro (proche)	52,0	3,8	8,9	2,0	266 298	24 %
4/ Bus vers métro (versant Nord-Est)	78,4	4,0	7,6	2,0	237 008	22 %
5/ Nombreuses correspondances	70,2	5,2	6,3	2,9	38 417	4 %
6/ Offre TC très faible	86,9	9,5	4,2	2,3	71 382	7 %
impossible					67 360	6 %

Nous avons procédé à l'estimation de la population métropolitaine couverte par les secteurs correspondants aux différents niveaux d'accessibilité. La 1ère classe accessible à pied correspond à 33 000 habitants. La zone de pertinence du métro couvre 34% de la population de LMCU soit 373 000 habitants. Les espaces péricentraux autour de Lille et autour de Roubaix et Tourcoing compte pour respectivement pour 24% et 22%. Les autres secteurs sont beaucoup moins denses même si la population non couverte par un service de transport collectif pour atteindre Euratechnologie s'élève à près de 70 000 habitants.

- **SYNTHESE 5 POLES D'EXCELLENCE**

La synthèse cartographique croise les potentiels d'accessibilité en transport collectif des 5 pôles d'excellence. Au-delà de le typologie statistique des 6 secteurs d'accessibilité, nous avons déterminé trois seuils explicatifs pour assurer une bonne comparaison de l'accessibilité « TIC » entre les différents sites : le premier distingue un « bon niveau d'accessibilité » avec des critères de temps inférieur à 40 minutes, d'intensité supérieur à 12 dessertes (minimum 1 desserte toutes les 5 minutes) et de pénibilité inférieur à 1,5 voyages ; le deuxième, un « niveau moyen d'accessibilité » avec des critères de temps inférieur à 60 minutes, d'intensité supérieur à 6 dessertes (minimum 1 desserte toutes les 10 minutes) et de pénibilité inférieur à 2,5 voyages ; le troisième seuil concerne les faibles niveaux d'accessibilité.

Figure n°7 : L'accessibilité « TIP » en TC aux pôles d'excellence de Lille Métropole



Sans surprise, c'est au voisinage de l'espace nodal « Lille-Flandres, Lille-Europe » et de la ligne 1 de métro que l'accessibilité est la plus performante vers tous les pôles d'excellence : près de 190 000 habitants sont concernés (secteur 1). L'autre secteur bénéficiant d'un bon niveau d'accès à tous les sites stratégiques est plus restreint en bordure de la ligne 2 de métro à Lomme, Lille-Sud et Mons-en-B. (87 000 habitants, secteur 2). Le périmètre couvert par le tramway et la ligne 2 de Métro vers le Nord-Est de la métropole bénéficie d'une accessibilité moyenne vers 4 des 5 pôles d'excellence (mise à part Haute-Borne) tandis que les communes en bordure de la ville offre des liaisons bus de même niveau vers un nombre de pôle équivalent (mise à part Union). La zone autour du site de l'Union est individualisée du fait de son accessibilité privilégiée avec ce pôle.

Figure n°8 : Taux de couverture des pôles d'excellence par niveau d'accessibilité « TIP »

Population (total LMCU = 1 088 000)	Bon niveau d'accessibilité		Niveau d'accessibilité moyen		Total couverture niveau bon et moyen de la population LMCU
	Population concernée (en milliers)	% pop. LMCU	Population concernée (en milliers)	% pop. LMCU	
EURALILLE	276	25 %	483	44 %	69 %
UNION	42	4 %	537	49 %	53 %
EURATECHNOLOGIE	276	25 %	289	26 %	51 %
EURASANTE	276	25 %	235	21 %	46 %
HAUTE-BORNE	189	17 %	156	14 %	31 %

La comparaison de l'accessibilité par pôle d'excellence démontre la position privilégiée d'Euralille : la couverture de la population LMCU bénéficiant d'un accès bon ou moyen à Euralille est de 69 %. En effet, le secteur d'Euralille dispose d'une forte accessibilité à pied pour les secteurs denses à proximité et surtout en transport collectif : une large frange métropolitaine bénéficie d'un niveau d'accès très performant grâce à la convergence des lignes 1 et 2 de Métro, du tramway et de nombreuses lignes de bus. Au-delà, l'accès au plus grand pôle stratégique se distingue par un faible nombre de voyages et des accès directs très nombreux à partir de l'ensemble de la communauté urbaine. Cette large couverture d'Euralille en transport collectif témoigne de la construction radiale de l'architecture lourde du réseau de transport lillois.

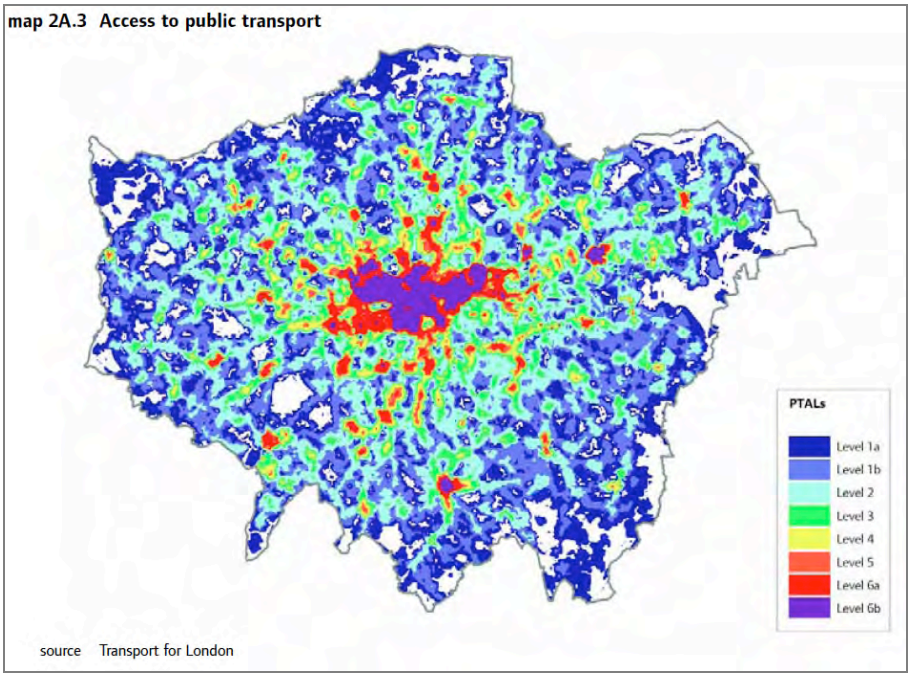
La turbine tertiaire se place devant le secteur de l'Union (53%), Euratechnologie (51%), Eurasanté (46%) et Haute-Borne (31%). En écartant le cas particulier d'Euralille (implanté sur une zone non *œdificandi*), les pôles d'excellence situés dans des secteurs de renouvellement urbain (Euratechnologie, Union) semble offrir un potentiel d'accessibilité légèrement supérieur à ceux s'implantant en limite d'agglomération sur des terrains anciennement agricole (Eurasanté, Union). Les premiers ont une accessibilité « bi-face » tandis que les seconds sont en position de terminus.

III.3. Vers l'aide à la décision : questionner le croisement des projets de transport et d'urbanisme par l'accessibilité du territoire

Nous avons indiqué à différentes reprises que la démarche développée dans cet article s'inspire en partie de la méthode « PTAL », *Public Transport Accessibility Level*. Cette méthodologie démontre surtout l'intérêt de créer des indicateurs d'accessibilité pour l'aide à la décision dans le cadre de démarche de planification. La méthode « PTAL » est utilisée en planification des transports au Royaume-Uni pour évaluer le niveau d'accessibilité d'un territoire en transport en commun.

Cet indicateur a été adopté par TfL (Transport for London) l'autorité organisatrice des transports publics du Grand Londres. L'évaluation en 6 niveaux d'accessibilité « PTAL » est directement utilisée dans la planification stratégique (The London Plan) pour assister les autorités responsables de l'aménagement dans leur choix d'urbanisation et de normes de stationnement. Le « London Plan » précise qu'étant donné le besoin d'éviter la sur-utilisation de la voiture, la mise à disposition de places de stationnement doit être ajustée en fonction du niveau d'accessibilité aux transports collectifs. Il est également précisé que la méthode est évolutive et que TfL passe en revue des options pour affiner la mesure de l'accessibilité aux transports en commun à Londres.

Figure n°9 : L'accessibilité en transport collectif dans le Grand Londres selon la méthode Public Transport Accessibility Level (PTAL)

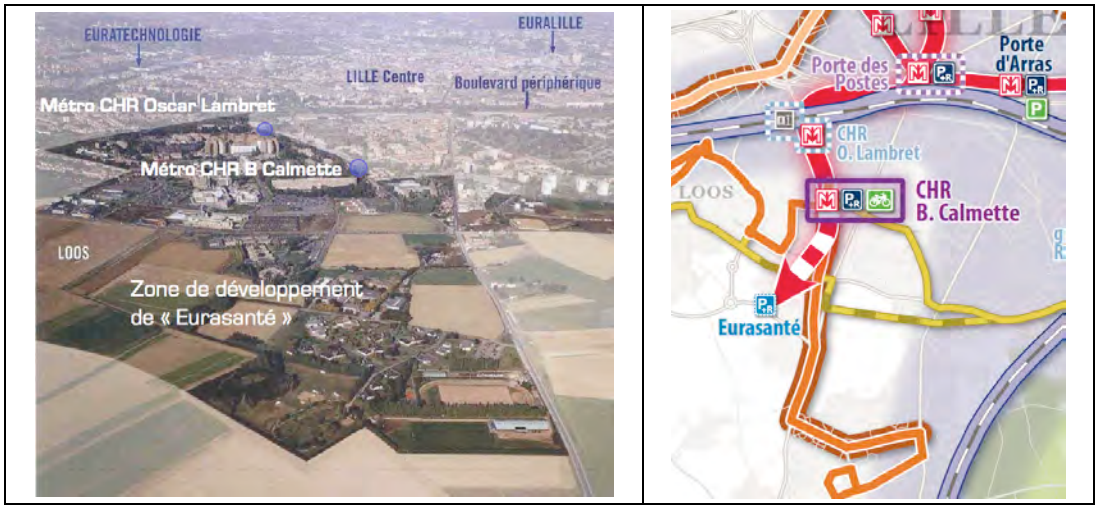


L'utilisation directe des indicateurs d'accessibilité dans la planification donne à ces évaluations un « pouvoir », celui d'orienter, de discuter, ou de mettre en débat un certain nombre de choix stratégiques. A travers notre cas d'étude, que peuvent apporter les mesures d'accessibilité dans l'aide à la décision des politiques publiques ? Dans un contexte lillois marqué par l'adoption délibération cadre sur la mobilité (2009) et la révision du Plan de Déplacements Urbains (2010), notre démarche de modélisation de l'accessibilité participe à alimenter un double questionnement sur le « co-développement » des stratégies urbaines et des politiques de transport, empruntant les termes employés par Marc WIEL (1994) : de quelles stratégies urbaines les politiques de déplacement peuvent-elles être le levier ? De quelle politique de déplacements ont besoin les stratégies d'aménagement ?

- **L'agencement des sites d'excellence par rapport à la desserte métro**

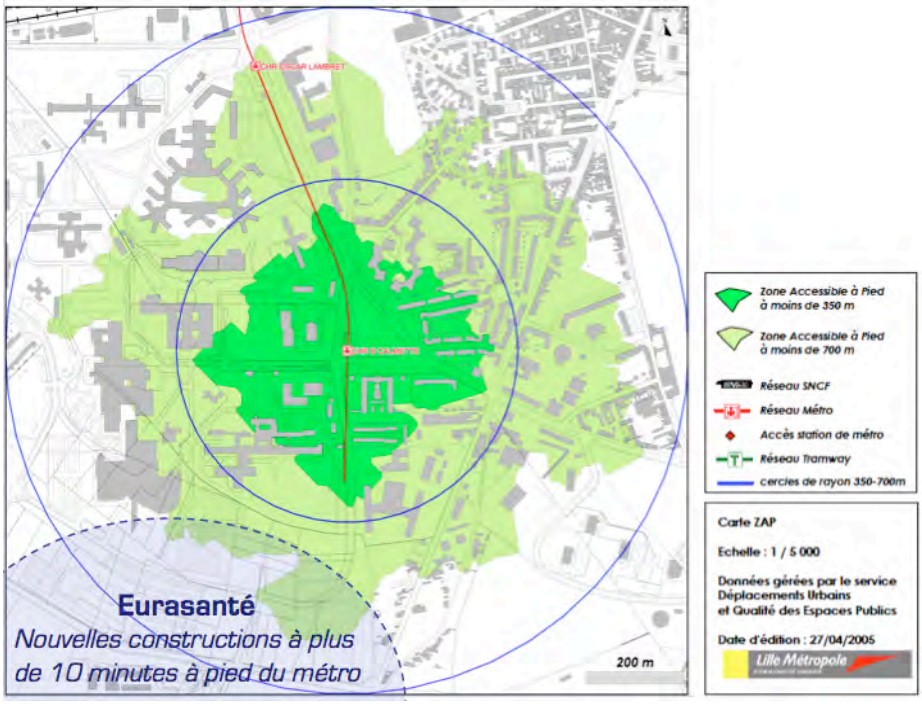
Dans la communauté urbaine de Lille, le déploiement du réseau de métro et l'accessibilité qu'il génère offre un puissant levier d'aménagement de l'espace métropolitain. La desserte soit en bout de ligne d'espace encore vierge de toute urbanisation (Site d'Eurasanté, de la Haute-Borne) ou en milieu urbain de friches industrielles (Zone de l'Union, Euratechnologie), assure un potentiel de co-développement des stratégies métropolitaines et de l'accessibilité métro. Ainsi, la mesure multicritères de l'accessibilité fait apparaître le métro comme l'élément structurant de la desserte en transport collectif de tous les pôles d'excellence de l'aire métropolitaine lilloise.

Figures n°10 : Développement du pôle d'excellence « Eurasanté » et projet d'extension du métro (PDU de Lille Métropole, 2010)



Cependant, l'accessibilité en transport collectif est fragilisée par la morphologie urbaine des sites stratégiques qui demeurent de faible densité, consomment beaucoup de foncier en ménageant l'accessibilité automobile et tendent parfois vers la mono-fonctionnalité. Le développement des zones tertiaires est souvent éloigné des stations de métro, ce qui rend difficile le « dernier kilomètre » souvent déterminant pour le choix modal. L'analyse complémentaire de l'accessibilité pédestre à partir de la station de métro la plus proche du site d'Eurasanté (CHR B Calmette) à l'aide des cartes ZAP (élaborées par Patrick Palmier et produites par LMCU), illustre la distance à parcourir à pied pour arriver à sa destination. La carte démontre que les bâtiments du pôle Eurasanté (en bordure Sud de la carte) sont déjà situés à plus de 700 mètres soit 10 minutes à pied du métro. Il y a donc lieu de discuter les extensions urbaines des sites stratégiques trop loin des stations de métro (si structurantes pour l'accessibilité TC) qui vont ensuite nécessiter des ajustements coûteux de l'offre, par exemple par le prolongement du métro vers le site d'Eurasanté.

Figure n°11 : Zone d'Accessibilité à Pied (ZAP) autour des stations de transport collectif : la station de métro CHR B Calmette (source Lille Métropole)

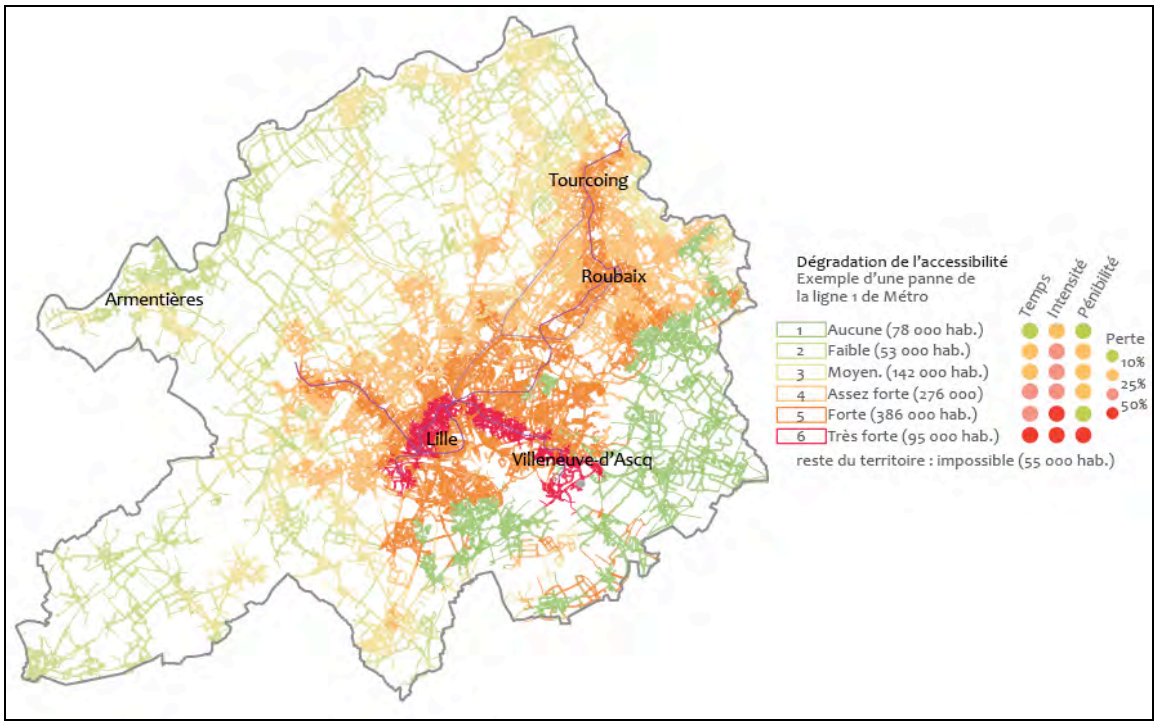


- **La vulnérabilité du réseau par la concentration des investissements sur le métro**

Dans la métropole lilloise, le principal projet de développement des transports collectifs concerne le doublement des véhicules de la ligne 1 de métro pour augmenter l'offre de la ligne 1. Par rapport à la construction de notre indicateur d'accessibilité, un tel projet n'aurait aucun impact positif ni sur le temps, ni sur l'intensité, ni sur la pénibilité des déplacements métropolitains. Comme nous ne prenons pas en compte la capacité du système de transport (nombre de personnes transportées) qui correspond à la principale justification du projet, l'apport de cet investissement évalué à 500 M€ n'est pas visible dans notre indice. Cette question de capacité est importante même si des réponses différentes sont possibles dans la même fourchette budgétaire : à titre indicatif, ce projet équivaut à la réalisation de 25 kilomètres de tramway. L'augmentation de la capacité d'un seul axe de transport, c'est à dire la massification des flux sur un arc, risque surtout d'augmenter sa vulnérabilité, ce que nous avons voulu tester.

De manière exploratoire, nous cherchons à tester la vulnérabilité de l'accessibilité[7] en évaluant « la multiplicité des liaisons directes et/ou alternatives assurées dans le système par le réseau » (DUPUY, 1985). Pour fournir une image de la vulnérabilité de l'accessibilité à un pôle d'excellence, nous avons simplement comparé les mesures multicritères (temps-intensité-pénibilité) en condition normal et en condition dégradé, sans la ligne de métro desservant le pôle d'excellence. La contrainte reflète une situation perturbée lors d'une panne du métro pour une durée d'une heure avec une absence d'offre de substitution[8]. Les usagers sont alors obligés de trouver des itinéraires alternatifs pour accéder aux sites stratégiques. Nous observons ainsi la plus ou moins grande dégradation des conditions d'accessibilité en fonction des territoires métropolitains.

Figure n°12 : Test de vulnérabilité de l'accessibilité à la Haute-Borne simulant une panne de la ligne 1 de métro



[7] Une thèse s'est spécifiquement intéressée à l'analyse de la vulnérabilité structurelle et fonctionnelle des réseaux de transport en commun dans des situations perturbées (COQUIO, 2008). Elle a donné naissance au modèle « PERTURB » afin de faciliter la régulation des situations perturbées.

[8] Le scénario n'est pas surréaliste : la ligne 1 de métro a été bloqué pendant 1h30 en milieu de journée le mardi 25 janvier 2011 ; Plus récemment encore, le jeudi 17 février 2011, une panne de métro a affecté 14 stations de la ligne 2 (le secteur traversant la commune Lille) entre 7h30 et 8h45.

L'exemple présenté ici concerne le site de la Haute-Borne desservie par la ligne 1 de métro. La simulation met en évidence des zones peu impactées par la panne, comme le secteur périurbain à l'Est de la Haute-Borne qui n'utilise pas le métro en temps normal pour se rendre sur le site. La dégradation est très importante pour la plupart des zones urbaines de la métropole lilloise très (trop ?) dépendante de l'accès métro : la population communautaire bénéficiant d'un niveau d'accessibilité « moyen » ou « bon » à la Haute-Borne (tel que définit dans la partie précédente) est divisée par 4. L'accessibilité des secteurs directement desservie par la ligne 1 chute de manière très spectaculaire ce qui témoigne de la grande difficulté de trouver une offre alternative au métro. Dans ces circonstances rares mais réalistes, la question de la capacité rend fragile le système puisqu'un métro (circulant toutes les 2 minutes) a une capacité 10 fois supérieur à un bus (circulant toutes les 10 minutes). Malgré la mise en place de bus de substitution, souvent longue, l'augmentation de la capacité d'une seule ligne dans le système rend difficile sa substitution et donc le maintien du niveau de service.

Ainsi pour répondre à la question des politiques de déplacement dont ont besoin les stratégies métropolitaines, nous pouvons mettre en doute les projets qui touchent au renforcement de la radialité du réseau pour desservir des fonctions métropolitaines multipolaires. Les déplacements tangentiels étant ceux qui ont connu la plus forte progression, il convient de créer des liaisons de ceinture qui pourraient désengorger la saturation de l'espace nodal central. Le PDU a identifié ce besoin avec la volonté de créer une ligne de bus de ceinture tandis que l'existence d'une « rocade ferroviaire » offre de puissantes perspectives de maillage du réseau de transport collectif. La valorisation décisive de l'intermodalité ferroviaire est encore largement sous utilisée dans la communauté urbaine de Lille. Par exemple, le pôle d'excellence de la Haute-Borne pourrait être accessible à partir des gares ferroviaires de Pont-de-Bois sur l'axe Lille-Tournai ou de Lesquin sur l'axe Lille-Valenciennes, ce qui permettrai de fournir des accessibilités alternatives moins dépendantes du métro.

CONCLUSION

Ce travail contribue à renouveler le regard sur l'accessibilité spatio-temporelle des transports collectifs et à alimenter les débats sur les interactions entre forme de ville et forme de réseaux. Ces perspectives méthodologiques alimentent l'amélioration des mécanismes qui animent un système d'accessibilité territoriale défini dans la première partie. Ces propositions méthodologiques s'ajoutent à une liste déjà fournie d'indicateurs d'accessibilité qui démontrent la pertinence de multiplier les regards et les paramètres dans une dimension d'aide à l'action territoriale.

Notre premier objectif, exclusivement méthodologique, a été atteint par l'élaboration d'une démarche affinant les indicateurs d'accessibilité et cumulant des critères pertinents dans l'estimation de la qualité des déplacements (temps, intensité, pénibilité). Les limites proviennent à juste titre de la lourdeur du procédé et de la manipulation d'une grosse base de données : ces contraintes restreignent à cours terme la reproductibilité de la méthode. Ajoutons également la limite de l'échelle d'application de LMCU trop étroite pour la dimension métropolitaine des mobilités mais nécessitant un temps supplémentaire de recueil des données et construction du réseau.

L'objectif secondaire, davantage exploratoire et opérationnel, a offert une image de la plus ou moins bonne qualité de l'accessibilité en transports collectifs aux points d'ancrage des activités métropolitaines. L'ambition est de « donner à voir » dans le contexte lillois, la capacité du réseau de TC à « co-construire » la stratégie multipolaire du fonctionnement métropolitain. Les résultats permettent effectivement de montrer l'accessibilité sous une focale nouvelle et d'alimenter des débats sur la capacité des transports collectifs à « rencontrer, révéler et épouser des singularités spatiales » (AMAR, 1985). A ce titre, l'effort de construction d'une cartographie de « communication » permet de fournir une image facile à lire et oblige à rendre pédagogique la méthodologie parfois opaque pour le non spécialiste. Les interprétations demeurent néanmoins difficiles à objectiver et nécessite une bonne connaissance du terrain devant la finesse des résultats.

Figure n°13 : Synthèse des enseignements de la contribution

Approche	Principaux apports	Principales perspectives
théorique	Approche renouvelée du « potentiel spatial » de l'accessibilité du territoire dans le cadre du « système d'accessibilité territoriale ».	Observation des « contraintes » qu'exerce le potentiel spatial sur le potentiel social.
méthodologique	Amélioration de la prise en compte de l'accessibilité du territoire par le développement d'une méthode croisant le temps, l'intensité, la pénibilité.	Test de fiabilité, développement des critères (principalement sur la pénibilité), amélioration de la classification statistique.
opérationnelle	Optique d'aide à la décision : mise en débat de projet d'urbanisme et de transport dans la métropole lilloise	Elargissement des études à l'ensemble de l'aire métropolitaine lilloise et retranscription des résultats aux acteurs locaux.

BIBLIOGRAPHIE

Agence de développement et d'urbanisme de Lille métropole (2001), « Schéma Directeur de développement et d'urbanisme de Lille Métropole », Lille, Syndicat Mixte du schéma directeur de Lille métropole, 246 p.

AMAR G. (1985), « Essai de modélisation conceptuelle d'un réseau de circulation », *Cahier du Groupe Réseau* n°3, pp. 61-72.

BAPTISTE H., L'HOSTIS A. (2002), Evaluation multimodale des systèmes de transport en Nord-Pas de Calais et en Languedoc-Roussillon. Enjeux pour l'aménagement de territoires régionaux. CESA/INRETS, Villeneuve-d'Ascq, 72 p.

BASSAND M., LEVY J. (2003), « Mobilité », in J. Lévy et M. Lussault, Dictionnaire de Géographie et de l'espace des sociétés, Belin, Paris, pp. 622-625

BARRE A. (2001), « Gare(s) et réseaux de transport publics à Lille : du point nodal à l'espace nodal », in Menerault P., Barré A. (dir), Gares et quartiers de gares : signes et marges, Actes Inrets n°77, pp.93-100.

CASTEL J.-C. (2007), *Quand la mobilité oblige à repenser l'urbanisme*, CERTU, 16 p.

CAUBEL D. (2006), « Politique de transports et accès à la ville pour tous ? Une méthode d'évaluation appliquée à l'agglomération lyonnaise », Thèse de doctorat, LET, Université de Lyon 2, 446 p.

CAUVIN C., REYMOND H., ENAUX C. (1992), « Pour une approche multiple de l'accessibilité : proposition méthodologique », Prospectives et Territoires, DATAR.

CAUVIN C. (1994), « Accessibilité de système et accessibilité locale », Flux, n° 16, pp. 39-48.

CAUVIN C., ENAUX C. (2004), « Des temps d'accès à leur représentation cartographique : propositions méthodologiques » in L.Vodoz, B. Pfister-Giauque et C. Jemelin, Les territoires de la mobilité, l'aire du temps, PPUR, Lausanne, pp.341-362

CERTU (2007), « Observation de la mobilité et des dynamiques urbaines. Indicateur d'accessibilité à l'emploi dans les aires urbaines », programme Interface Urbanisme-Déplacements (IUD 8), Coll. CERTU, 36 p.

CHAPELON L. (1996), « Modélisation multi-échelles des réseaux de transport : vers une plus grande précision de l'accessibilité », Mappemonde-3, pp.28-36

CHAPELON L. (1997), « Offre de transport et aménagement du territoire: évaluation spatio-temporelle des projets de modification de l'"offre par modélisation multi-échelles des systèmes de transport », Thèse de doctorat en Aménagement, Laboratoire du CESA, 558 p.

CHAPELON L., BAPTISTE H., COQUIO J., JOUVAUD B., L'HOSTIS A., MENDE C., RAMORA S. (2005), Conception de services régionaux de transport public et optimisation de l'offre. PREDIT « Nouveaux services aux usagers » groupe opérationnel n°2 « Services de mobilité », UMR ESPACE, CESA, INRETS, Villeneuve d'Ascq, 213 p.

CHAPELON L., LECLERC R. (2007), Accessibilité ferroviaire des villes françaises en 2020, CNRS-Libergéo-La Documentation Française Reclus, Montpellier, 171 p.

CHARDONNEL S. (2001), « La Time-Geography: les individus dans le temps et dans l'espace. », in L. Sanders, Aspects fondamentaux de l'analyse spatiale, HERMES Sciences, Paris, pp. 129-156

COQUIO J. (2008), « La performance adaptative des réseaux de transports collectifs. Modélisation, mesure de vulnérabilité et évaluation quantitative du rôle de l'information des voyageurs dans la régulation des situations perturbées », Thèse de doctorat en Aménagement du territoire, EPU-Tours (Ex-CESA), 398 p.

CONESA A. (2010), « Modélisation des réseaux de transports collectifs métropolitains pour une structuration des territoires. », Thèse de doctorat en Aménagement de l'Espace-Urbanisme, INRETS-Université de Lille 1, 494 p.

CROZET Y. (2011), « Accessibilité : un concept ancien pour traiter des défis nouveaux », ThéoQuant, 23-25 février 2011.

DOBRUSZKES F., VEIDERS C., HUBERT M., LAPORTE F. (2010), « Réorganisation d'un réseau de transport collectif, rupture de charge et mobilités éprouvantes : l'expérience bruxelloise », 10ème Colloque international du GT23 de l'AISLF « Mobilités Spatiales et Fluidité Sociales », 25-26-27 mars 2010, Bruxelles.

DOUTRIAUX E. (1992), « Euralille, entre ville et banlieue, une métropole sur l'intervalle », Architecture Aujourd'hui, n°280.

DRE Nord-Pas-de-Calais (1999), « Schéma de services collectifs de transports. Dossier de consultation », Direction Régionale de l'"Equipement du Nord-Pas-de-Calais

DUPUY G. (1985), Systèmes, réseaux et territoires. Principes de réseautique territoriale, Presses de l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées, Paris, 168 p.

DUPUY G. (1991), *L'urbanisme des réseaux*, Paris, A.Colin, 198 p.

HÄGERSTRAND T. (1970), « What about people in regional science ? », People of the Regional Science Association, 24, pp.7-21

HILAL M. (2003), « Accessibilité aux emplois en France : le rôle de la distance à la ville », Cybergeo, 6ème rencontres de ThéoQuant, Besançon, article 293. http://cybergeo.revues.org/index2790.html

JOLY O. (1999), « State of french art of spatial accessibility indicators », SPESD, France, Working paper. http://www.nordregio.se/spespn/Files/1.1.annex5.pdf

JOUFFE Y. (2007), « Précaires mais mobiles. Tactiques de mobilité des travailleurs précaires flexibles et nouveaux services de mobilité », Thèse de doctorat en sociologie, spécialité transports, de l'école nationale des ponts et chaussées, 725 p.

KOENIG G. (1975), « Les indicateurs d'accessibilité dans les études urbaines: de la théorie à la pratique », Revue générale des Routes et des Aérodromes, pp. 6-23

KOENIG G. (1974). « Théorie urbaine de l'accessibilité », Revue Economique, n°2

KWAN M.-P. (1998). "Space-time and integral measures of individual accessibility: a comarative analysis using a point-based framework", Geographical Analysis vol 30 n°3, pp.191-216

LE BERRE M. (1995), « Territoire », in Bailly A., Ferras R., Pumain D., Encyclopédie de géographie, Paris, Economica, pp. 617-638.

LENNTORP B. (1976). "Paths in space-time environments: A time-geographic study of movement possibilities of individuals", Lund Studies in Geography, Serie B, Human Geography number 44, The Royal University of Lund, Sweden

L'HOSTIS A. (1996), « Transports et aménagement du territoire: cartographie par images de synthèse d'une métrique réseau », Mappemonde, n°3, pp. 37-43

L'HOSTIS A., DECOUPIGNY C., MENERAULT Ph., MORICE N. (2001), Cadencement et intermodalité de l'offre en transport collectif en Nord-Pas de Calais. Analyse et propositions d'amélioration, INRETS, Villeneuve-d'Ascq, 120 p.

L'HOSTIS A, MENERAULT Ph et al. (2004), « Assessing spatial planning policy with accessibility indicators : the case of Lille's metropolis scenario », in *Transport developments and innovations in an evolving world*, Berlin, Springer, pp. 293-312.

L'HOSTIS A., CONESA A. (2009), « Définir l'accessibilité intermodale », in A. BANOS, Systèmes de transport urbains. Information Géographique et Aménagement du territoire (IGAT), Hermès, Lausanne

LITMAN T. (2008), Valuing Transit Service Quality Improvements, Journal of Public Transportation, 11 (2) : 43-63 (http://www.nctr.usf.edu/jpt/pdf/JPT11-2Litman.pdf).

LMCU (2010), Plan de Déplacements Urbains 2010, projet de PDU approuvé le 2 avril 2010.

Major of London (2008), « The London Plan. Spatial Development Strategy for Greater London », Greater London Authority, 508 p.

MATHIS P. (2003), Graphes et réseaux. Modélisation multiniveau, Lavoisier/Hermès, Paris, 358 p

MENERAULT Ph., L'HOSTIS A. (2000) Analyse des relations réseaux/territoires: restructuration de l'offre ferroviaire de l'axe Lille-Valenciennes-Jeumont, Rapport de convention GRRT, INRETS, Villeneuve d'Ascq, 2000, 84 p.

MENERAULT Ph., BARRE A. (2001), « L'interconnexion train/VAL dans l'agglomération lilloise », *Hommes et terres du Nord* n°2, pp. 106-111.

MENERAULT Ph. (2001), « L'utilisation des potentialités du réseau ferroviaire lillois : réponse à la saturation de la gare terminus et opportunités urbaines », in Actes INRETS n°77, 2001.

MENERAULT Ph., BARRE A. (2001), *Gares et quartiers de gares: signes et marges*, Actes INRETS n°77, 216 p.

MENERAULT P., BARRE A., CONESA A., L'HOSTIS A., PUCCI P., STRANSKY V. (2006), Multipolarités urbaines et nouvelles organisations intermodales, GRRT, Villeneuve d'Ascq, 124 p.

MENERAULT Ph. (2008), « Gares ferroviaires et projets métropolitains : une ville en mutation », Plate-Forme d'Observation des Stratégies Urbaines, pp. 151-171

MOINE A. (2006), « Le territoire comme système complexe : un concept opératoire pour l'aménagement et la géographie », L'Espace Géographique vol. 2, pp. 115-132.

NEUTENS T., WITLOX F., DENMEYER P. (2007), « Individual Accessibility and travel possibilities: a littérature review on time-geography », European Journal of Transport and Infrastructure Research, N°4, pp. 335-352

OFFNER J.M., PUMAIN D. (1996), *Réseaux et territoires, significations croisées*, Ed. de l'Aube, Paris, 281 p.

PARIS D. (2002), « Lille, de la métropole à la région urbaine », *Mappemonde*, n°66, pp. 1-7.

PARIS D., STEVENS J.-F., 2000, Lille et sa région urbaine ; la bifurcation métropolitaine, Paris : L'Harmattan, collection Métropoles 2000, 265 p.

ROSEAU N. (2010), « Mobile en métropole : une condition durable ? », *Urbanisme*, n°36, pp.59-61

STATHOPOULOS N. (1994), « Effets de réseau et déséquilibre territoriaux dans la structure de l'offre ferroviaire à Paris », *Flux* n°18, pp. 17-32

WARDMAN M., HINE J. 2000. Costs of interchange: a review of the literature. Leeds, University of Leeds, Institute of Transport Studies.

WENGLENSKI S. (2003), Une mesure des disparités sociales d'accessibilité au marché de l'emploi en Ile-de-France, Thèse de doctorat – Université Paris XII Val-de-Marne, 322 p.

WIEL M. (2007), « Le réseau ferroviaire peut-il être l'ossature du développement urbain ? », in « De la gare à la ville, Arep une démarche de projet ».

WIEL M. (2010), « La question territoriale : une autre façon de considérer les rapports entre mobilité et aménagement », *ATEC*, pp. 1-5