

Mesurer l'accessibilité territoriale par les transports collectifs. Proposition méthodologique appliquée aux pôles d'excellence de Lille Métropole

Cyprien Richer, Patrick Palmier

▶ **To cite this version:**

Cyprien Richer, Patrick Palmier. Mesurer l'accessibilité territoriale par les transports collectifs. Proposition méthodologique appliquée aux pôles d'excellence de Lille Métropole : Proposition méthodologique appliquée aux pôles d'excellence de Lille Métropole. Cahiers de géographie du Québec, 2012, 56 (158), pp.31. halshs-00798642

HAL Id: halshs-00798642
https://shs.hal.science/halshs-00798642

Submitted on 9 Apr 2013

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.

Mesurer l'accessibilité territoriale par les transports collectifs. Proposition méthodologique appliquée aux pôles d'excellence de Lille Métropole.

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 territoire en transport collectif à travers la construction d'un indicateur multicritère (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 de normes de stationnement.

MOTS CLES

Accessibilité, transports collectifs, mobilité potentielle, 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 » (2011). 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 un rôle important 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 ? L'hypothèse qui motive notre investigation méthodologique, concerne la tension entre le développement radial des transports collectifs et la multipolarité des sites d'excellences métropolitains qui peut fragiliser l'accessibilité par les transports collectifs.

Cette contribution se concentre sur les transports collectifs (combinés à la marche à pied) et n'envisage pas une comparaison avec l'accessibilité automobile aux pôles d'excellence de Lille Métropole. L'enjeu est d'observer les territoires que dessinent les différents niveaux d'accessibilité par des modes alternatifs à l'automobile afin de guider des choix de localisation et d'envisager une moindre dépendance à l'automobile dans les mobilités quotidiennes. L'apport d'une comparaison entre voiture et transports collectifs, par exemple sur des critères de temps d'accès, ne nous apparaît pas indispensable. En effet, les transports collectifs peuvent aujourd'hui offrir « des gains de temps non fondés sur des gains de vitesse »

(Crozet, 2011b)[1], à condition, bien sûr que le minimum de « performance » (temps, fréquence, nombre de correspondance…) soit garantie, ce que nous cherchons à observer dans ce travail.

La démarche méthodologique (partie 2) et appliquée (partie 3) est précédée d'un cadrage théorique sur le concept d'accessibilité (différents acceptions et mesures) et d'une présentation de la méthode *PTAL* (partie 1).

[1] En effet, « l'usage croissant que nous faisons des nouvelles technologies de l'information et de la communication va enrichir nos usages du temps en valorisant le temps de transport » (Crozet, 2011b)

I. L'ACCESSIBILITE DES TERRITOIRES EN QUESTION

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

L'accessibilité se définit 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 »[2], 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). Cette définition de la mobilité comme un transfert d'un lieu à un autre, est l'acception la plus fréquente (CATTAN, 2009).

- 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, 2010).

Cette première distinction revient à considérer que la mobilité se structure en deux dimensions : le « déplacement » observé et mesuré par des enquêtes dite de « mobilité » n'est que la partie immergée de l'iceberg. En effet, ce déplacement « résulte de conditions et d'aptitudes à la mobilité qui existent en amont de la mobilité effective et qui décrivent un éventail de potentiels individuels » (WENGLENSKI, 2006). On peut ainsi mesurer, en amont de l'action de se déplacer, « non plus une mobilité effective mais potentielle » (WENGLENSKI, 2003), c'est à dire une accessibilité. Cette forme de mobilité « n'appréhende pas le choix effectué et observé mais saisit et dénombre l'éventail des choix qui sont possibles et traduit par conséquent un « degré de liberté » en fonction de profils d'individus » (WENGLENSKI, 2003). Le paradigme d'accessibilité « permet de mettre en évidence les déterminants structurels, sociaux et spatiaux, jouant sur les potentiels de mobilité. Cette notion de potentiel est centrale car elle différencie les déplacements effectués de la capacité des individus à se déplacer » (OPPENCHAIM, 2011).

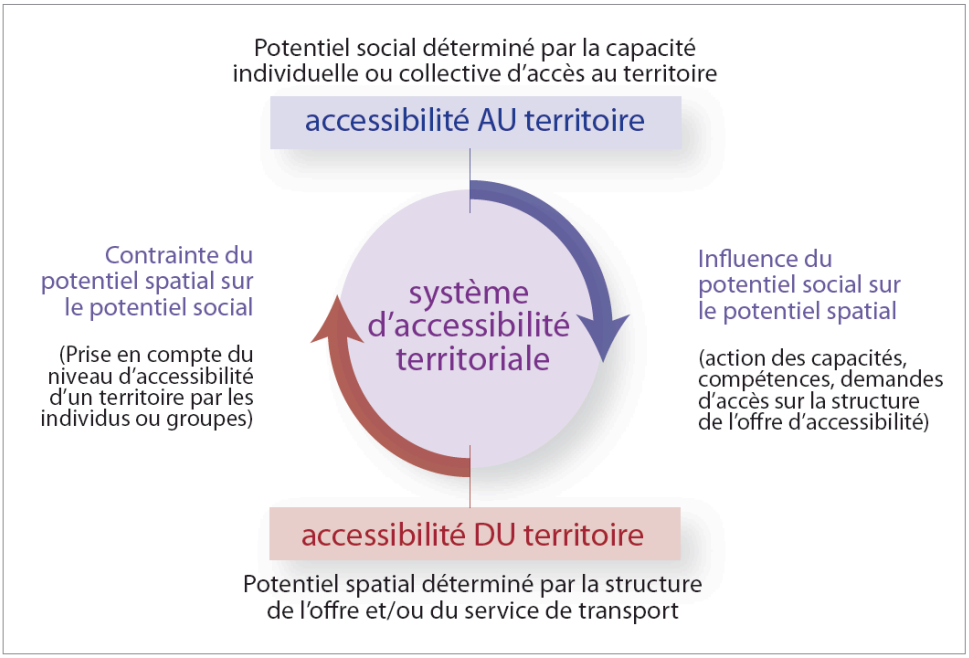
Cette clarification en appelle une autre : chacune de ces dimensions de la mobilité spatiale, le déplacement et l'accessibilité, peut être observée sous un prisme social et sous un prisme spatial. Ainsi, l'appréhension de l'accessibilité s'enrichit d'une formalisation systémique (*Figure n°1*) s'inspirant des termes employés dans l'appel à communication (MSFS 2011) et d'une production récente (L'HOSTIS, CONESA, 2010) :

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

- L'accessibilité des personnes correspond aux potentialités d'accès des populations aux ressources urbaines du territoire. Elle renvoie à un potentiel social qui peut être interprété 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). Le concept de « capital de mobilité » partage avec le paradigme de l'accessibilité une même conception de l'action comme moyen d'accéder à un certain nombre de ressources (OPPENCHAIM, 2011). Le territoire et ses aménagements nécessitent la mobilisation d'un certain niveau de compétences (physiques, cognitives, sensorielles …) par les individus pour accroître leur potentiel de mobilité[3].

- 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 moins 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, 2010).

Figure n°1 : le système d'accessibilité territoriale
(Réalisation CETE Nord-Picardie)



Les interactions entre ces deux champs d'analyse, décrivent un « système d'accessibilité territoriale » qui témoigne 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'inspire directement des travaux sur les interactions entre la

[3] Notons que l'article ne couvre pas spécifiquement les situations de « handicap » qui sont un des champs de réflexion de ces approches.

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 au colloque MSFS 2011). 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 de transport afin d'estimer la contrainte que celle-ci exerce sur les potentialités d'accès des populations.

I.2. Les mesures d'accessibilité du territoire par les transports collectifs

L'accessibilité, telle 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 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 déterminer trois grandes familles de mesures de l'accessibilité :

- **INDICATEURS ECONOMIQUES**

Les travaux d'économie spatiale distinguent généralement une accessibilité dite géographique (somme des distances aux lieux) et une accessibilité dite potentielle (sommes des distances pondérées par le poids des lieux). Les modèles qui en découlent, s'inscrivent dans le prolongement de la théorie économique de l'accessibilité urbaine de KOENIG (1975). Les mesures d'interaction spatiale, généralisant les modèles gravitaires, visent à estimer un volume potentiel d'opportunités que l'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 réaliser une activité ou pour atteindre un lieu de destination. 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'Économie des Transports dirigés par Yves CROZET).

- **INDICATEURS RETISTIQUES**

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'École de Tours principalement dans le cadre de thèses 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 l'analyse des réseaux.

- **PRISMES SPATIO-TEMPORELS**

Les modèles issus de la « *time geography* » mise en évidence par Torsten HAGERSTRAND, « prônent 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'activités accessibles 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 (tels 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.

I.3. La méthode PTAL « Public Transport Accessibility Level »

Parmi les mesures d'accessibilité utilisées par les autorités de transport, la méthode « PTAL », *Public Transport Accessibility Level*, apparaît particulièrement riche d'enseignements pour notre démarche. Développée au Royaume-Uni, son usage témoigne de l'enjeu des mesures d'accessibilité pour l'aide à la décision dans le cadre de démarches de planification. En effet, l'évaluation de niveaux d'accessibilité en transport collectif est directement intégrée aux outils des politiques de transport et d'urbanisme, à Londres en particulier[4].

La méthode « PTAL » ne constitue pas une nouvelle famille d'évaluation de l'accessibilité ; elle s'appuie sur des indicateurs simples, essentiellement rétistiques, afin de fournir une représentation de la qualité de la desserte en transport collectif par zones géographiques. Transport for London (TFL) décrit la méthode comme « une mesure précise et détaillée de l'accessibilité d'un point sur le réseau de transport public, en tenant compte de temps d'accès à pied et la disponibilité du service » (TfL, 2010). Les données nécessaires concernent le réseau viaire (pour calculer la distance aux stations de transport) et le nombre de services de transports dans chaque station. Cinq étapes sont nécessaires pour définir les niveaux d'accessibilité (TfL, 2010) :

- D'abord, la distance de marche entre un site (appelé POI, *Point Of Interest* [5]) et une

[4] L'indicateur « PTAL » est notamment adopté comme méthode standard par « Transport for London » (TfL), l'autorité organisatrice des transports de la métropole londonienne.

[5] Le « POI » est le point de référence pour lequel le niveau d'accessibilité est calculé. Cela peut être un point particulier ou une grille de points. Ce choix des « POI » qui varie selon les objectifs de la mesure d'accessibilité, peut avoir une incidence considérable sur le score final.

station de transport (appelée SAP, *Service Access Points*) est mesurée jusqu'à un seuil maximum : 640 mètres (8 min à pied) autour des arrêts de bus et 960 mètres (12 min à pied) autour des gares ferroviaires et stations de tramways/métros[6].

- La fréquence des services de chaque « SAP » est ensuite définie au cours de la plage horaire du matin (entre 8h15 et 9h15) : elle correspond au nombre de dessertes dans chaque direction ou pour chaque mission de transport en commun (ex. pour un arrêt de bus qui n'est pas en situation de terminus, il s'agit du nombre de bus de chaque direction).

- Un temps d'accès total est alors calculé en additionnant le temps de marche des « POI » à la « SAP » avec le temps moyen d'attente[7] d'un véhicule pour le service désiré (ex. le temps de marche jusqu'à la gare est de 10 min, le temps d'attente moyen entre chaque train est de 10 minutes, alors le temps d'accès total est de 20 minutes).

- Le temps d'accès total est converti en « EDF »[8] (*Equivalent Doorstep Frequency,* Fréquence équivalente à la « porte » = index d'accessibilité du POI). Le ratio est ensuite pondéré[9] pour produire un index d'accessibilité pour chaque itinéraire dont la somme produit un index d'accessibilité global pour le « POI » comme le montre l'exemple du « PTAL » du pôle « Euratechnologie » (*Figure n°2*).

Figure n°2 : Exemple de calcul du « Public Transport Accessibility Level » pour le pôle d'excellence « Euratechnologie » (Réalisation CETE Nord-Picardie)

Transport collectif et stations de TC (« SAP ») dans les limites de 640 m pour les bus et 960 m pour le ferroviaire autour d'Euratechnologie		(1) Temps de marche du point d'intérêt à la station de TC (distance en mètres)	Fréquence de passage à la station de TC entre 8h15 et 9h15	Temps d'accès total = Temps de marche (1) + temps d'attente moyen (« SWT »)	**INDEX D'ACCESSIBILITE** (Indice d'équivalence « EDF » avec pondération sur les fréquences)	
Métro ligne 2	Canteleu	6 min 30 (520 m)	41	7 min 58	3,76	**TOTAL DE**
Bus ligne 72	Gallieni	3 min 45 (300 m)	7	10 min 2	2,99	**7,76**
Bus ligne 73	Quai de l'Ouest	7 min 45 (620 m)	6	14 min 45	1,02	**(LEVEL 2)**

La démarche est répétée pour obtenir un indice au niveau de chaque point sélectionné, sachant que du nombre de « POI » sélectionnés dépendra la finesse de la mesure de l'accessibilité et de la représentation spatiale. Le résultat est synthétisé en 6 classes correspondant à une note de 1 à 6 (avec sous-divisions 1a, 1b, 6a et 6b) : un « PTAL » de 1 témoigne d'un accès très limité en transport public (indice d'accessibilité globale de 0 à 5) alors qu'un « PTAL » de 6 désigne un secteur à l'accessibilité optimale (indice d'accessibilité globale supérieur à 25 pour 6a, supérieur à 40 pour le niveau 6b).

---

[6] Ces seuils sont critiqués car ils créent des effets de bordure : un site à 961 mètres d'une grande gare ferroviaire ne pourra y accéder à pied selon la méthode PTAL.

[7] Une fréquence de service de 20 minutes (3 bus par heure) donnerait un temps d'attente moyen, "scheduled waiting time" (SWT) de 10 -en moyenne un passager devra attendre 10 minutes pour voir son bus apparaître-. Pour rendre compte d'une fiabilité variable entre les fréquences de train et de bus, une attente supplémentaire de 2 minutes est ajoutée pour les bus contre 0,75 minutes pour les services ferroviaires.

8 Ce ratio est obtenu en divisant 30 par le temps d'accès total.

[9] La pondération consiste à multiplier l'indice « EDF » par 1 pour les liaisons les plus fréquentes d'un mode de transport et par 0,5 pour les lignes disposant d'une desserte plus faible. Le but est de simuler la fiabilité accrue des fréquences élevées ; cependant la pondération ne tient pas compte des destinations qui pourraient relativiser l'intérêt des itinéraires à fréquence élevée.

La *Figure n°3* présente une application de la méthode anglo-saxonne à l'accessibilité en transport collectif aux cinq pôles d'excellence de Lille Métropole. Ces pôles considérés comme les « POI » de la méthode « PTAL » bénéficie d'un index d'accessibilité très contrasté : Euralille possède le niveau le plus élevé des « PTALs » avec un index plus de 5 fois supérieur à tous les autres pôles d'excellence. Les autres sites stratégiques de la métropole lilloise sont classés au niveau 2 sur 6, ce qui correspond à une très faible performance de l'accessibilité en transport collectif. À la lecture de ces résultats, on peut se demander si le choix d'implantation des sites d'excellence, à l'exception d'Euralille, a-t-il réellement tenu compte de la desserte en transport collectif ? Répondre à cette question revient à interroger la méthode « PTAL » : cette estimation de l'accessibilité est-elle satisfaisante pour évaluer la performance territoriale des transports collectifs ?

Figure n°3 : « Public Transport Accessibility Level » pour les cinq pôles d'excellence de Lille Métropole (Réalisation CETE Nord-Picardie)

POLES D'EXCELLENCE	Index	PTALs	Transports collectifs considérés pour le calcul « PTAL »		
			Bus (seuil de 640 m)	*Métro ou Tramway (seuil de 960 m)*	*Train (seuil de 960 m)*
HAUTE-BORNE	**6,19**	Level 2	Bus 314 et 331	Métro Ligne 1	
EURASANTE	**6,80**	Level 2	Bus 13	Métro Ligne 1	
EURATECHNOLOGIE	**7,76**	Level 2	Bus 72 et 73	Métro Ligne 2	
UNION	**8,56**	Level 2	Bus 37 et 34	Métro Ligne 2	
EURALILLE	**41,17**	Level 6b	Bus 3, 4, 6, 7, 9, 12, 13 18, 35, 36, C1, C2	Métro Lignes 1 et 2, Tramway R et T	TER, TER-GV[10], TGV

La méthode « PTAL » représente une amélioration significative par rapport aux tentatives antérieures visant à évaluer l'accessibilité locale (Gent, Symonds 2005). Cependant, ces auteurs pointent aussi les limites de la démarche PTAL qui ne tient pas compte de la vitesse et de la portée des services accessibles, de la capacité des véhicules et de la qualité des correspondances. Ainsi, tout en s'inspirant de la démarche « PTAL », nous avons choisi plusieurs adaptations méthodologiques présentées dans la partie suivante pour mesurer les niveaux d'accessibilité à cinq « POI », les pôles d'excellence de la communauté urbaine de Lille.

[10] Les TGV utilisés pour des dessertes régionales sont appelés dans le Nord-Pas-de-Calais : TER-GV (Train Express Régional à Grande Vitesse).

II. DEMARCHE METHODOLOGIQUE : VERS UNE ESTIMATION MULTICRITERE 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 et de comparer 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. La donnée de base calculée par MUSLIW[11] est renseignée au niveau de chaque tronçon du réseau viaire.

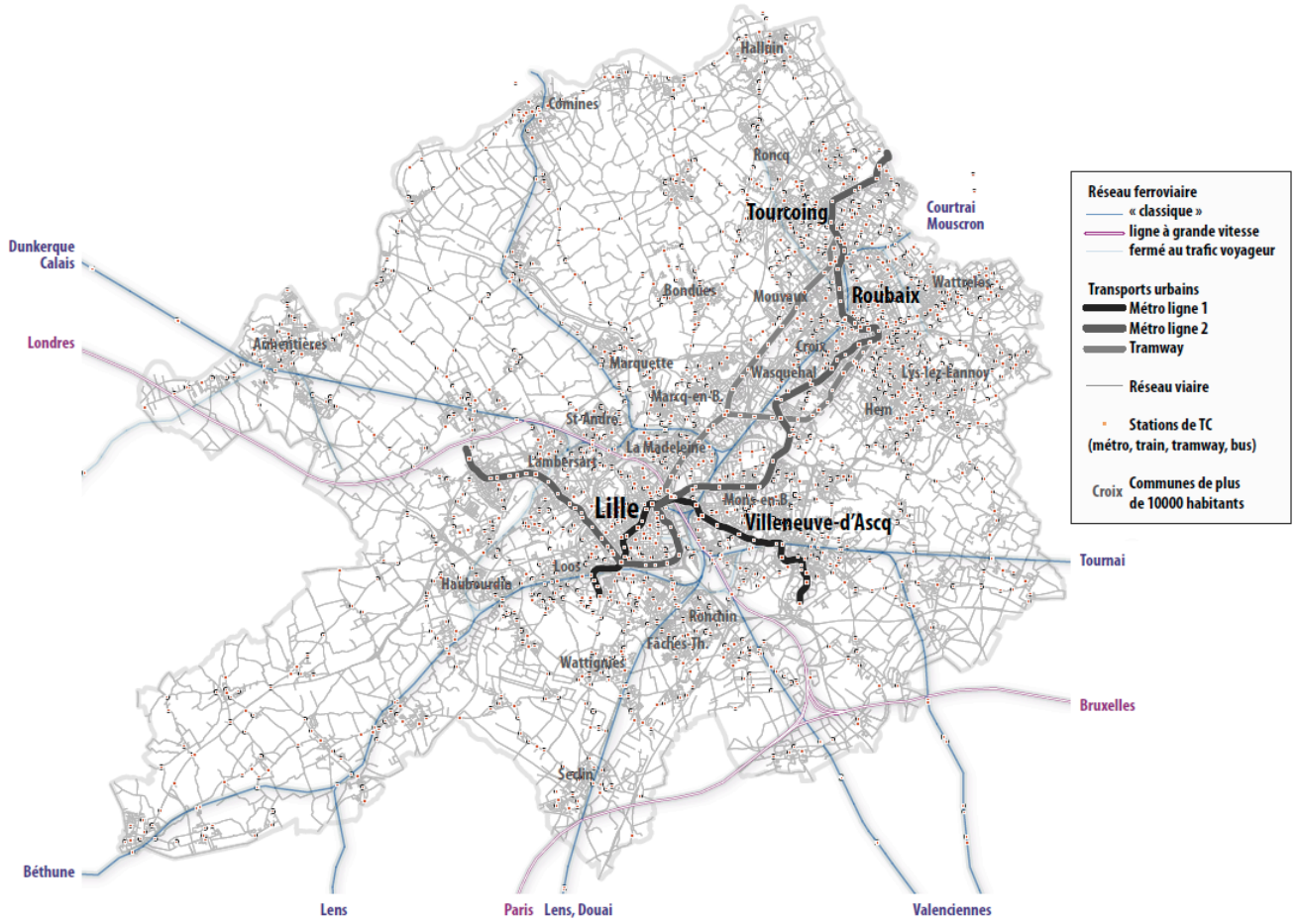
Le réseau multimodal a été construit à partir de trois sources de données : les horaires du réseau de transport collectif urbain « *Transpole* » du printemps 2008 (métro, tramway, bus) ; les horaires du réseau ferroviaire de la *SNCF* de l'hiver 2008 ; le réseau de voirie de Lille Métropole Communauté Urbaine (*Figure n°4*). 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) contrairement aux tronçons de marche à pied qui sont eux disponibles 7j/7 et 24h/24. Un travail important de structuration et d'exploitation des bases de données horaires a dû 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 »*[12] 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.

---

[11] Les calculs d'accessibilité fournissent des mesures ponctuelles, sous forme de fichiers « texte » qui sont ensuite mobilisables dans un SIG afin de produire des analyses spatiales et d'obtenir un rendu cartographique.
[12] R est un langage de programmation utilisé pour le traitement des données et l'analyse statistique.

Figure n°4 : le réseau multimodal (transports collectifs et voirie) de « Lille Métropole Communauté Urbaine » dans Musliw (Réalisation CETE Nord-Picardie)



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, 2010). Ainsi, il est apparu intéressant de multiplier les mesures d'accessibilité horaire dans une plage horaire à l'image de la méthode « *PTAL* », (niveau de service entre 8h15 et 9h15). L'heure de pointe du matin est d'ailleurs considérée « 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 pour un accès aux sites étudiés entre 8h et 9h. Dans cette plage horaire, 60 requêtes ont été réalisées 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 les variations de l'accessibilité horaire en transport collectif. Ce choix se démarque nettement d'un simple comptage de la densité des services de transport dans une plage horaire.

Le calcul des chemins optimaux avec MUSLIW se fait en temps généralisé essentiellement pour paramétrer des pondérations sur le temps de marche à pied (pénalité de 50%) et sur le temps de correspondance (pénalité de 10 minutes). Ces paramètres ont été définis à partir d'un travail exploratoire qui visait à reconstituer par la modélisation, les déplacements réellement comptabilisés sur le réseau de transport en commun de Lille Métropole (Palmier, 2009). Pour obtenir la ventilation par lignes de transport en commun la plus fidèle aux enquêtes de mobilité, les pondérations sur la marche à pied et sur les correspondances ont été ajustées empiriquement[13]. Le temps de marche à pied est donc pénalisé de 50% en temps généralisé. Sur ce modèle, un usager privilégiera un trajet de 20 minutes en transport collectif plutôt qu'un trajet de 15 minutes à pied.

Le temps de correspondance est composé d'un temps de marche entre la station d'arrivée et la station où l'usager attend sa correspondance[14] puis d'un temps d'attente qui dépend de la plus ou moins bonne combinaison des horaires[15]. Le temps minimal de correspondance en dessous duquel l'intermodalité est impossible est fixé à 2 minutes[16]. Il a été pondéré d'un facteur 5, ce qui implique que chaque rupture de charge équivaut à une pénalité de 10 minutes en temps généralisé. Ce paramétrage, indispensable pour éviter que la simulation privilégie de manière démesurée de nombreuses correspondances, est cohérente avec les travaux sur la valeur donnée au temps par les usagers des transports collectifs (LITMAN, 2008 ; DOBRUSZKES, HUBERT, LAPORTE, VEIDERS, 2011) : une correspondance est usuellement assimilée 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 à un trajet de 30 minutes avec correspondance. Les mesures interdisent également à un usager d'attendre un temps prohibitif à un arrêt, fixé ici à 60 minutes. Ces paramétrages des conditions de correspondance constituent une autre différence avec « PTAL » qui ne tient pas compte des ruptures de charge.

En outre, le budget temps de marche à pied alloué à l'usager est de 30 minutes maximum pour l'intégralité de son déplacement, ce qui équivaut à 2 km de marche (demi-tour interdit, vitesse de marche fixée à 4 km/h) : ce seuil se justifie par les résultats de l'Enquête Ménages Déplacements de Lille Métropole (LMCU-CETE NP, 2007) qui atteste que la part modale de la marche à pied pour un déplacement reste importante jusqu'à 2 km mais résiduelle au-delà[17]. Ainsi, le cumul de la marche à pied pour atteindre la station de transport collectif à partir de son domicile, pour effectuer d'éventuelles correspondances[18]

---

[13] Notons qu'une trop faible pénalité pour la marche à pied implique de long déplacement pédestre pour atteindre un mode performant (donc sur-estime les modes lourds au détriment des lignes de bus de proximité) ; une trop forte pénalité implique une surévaluation des lignes de proximités même si le temps d'attente est long et qu'un mode plus performant se trouve à distance « marchable ».

[14] Lorsque les points de correspondance sont superposés -par exemple deux lignes de bus qui convergent au même lieu-, le temps de marche est de 0 min ; lorsque les modes de transports convergent sur des points différents –par exemple dans les pôles d'échanges multimodaux-, la correspondance nécessite un temps de marche à pied par le réseau de voirie en surface.

[15] Des travaux sur la qualité des correspondances à travers l'offre de service horaire ont montré que tous les modes de transports physiquement connectés dans les pôles d'échanges ne remplissent pas toujours les conditions minimales d'intermodalité, c'est à dire une correspondance dans des délais « acceptables » par l'usager (Stransky, 2008 ; Richer, Vuidel, 2012).

[16] L'usager doit ainsi être présent à l'arrêt au moins 2 minutes avant l'horaire de passage du transport en commun : par exemple, un usager qui arrive en bus à 8h20 ne pourra pas effectuer une correspondance avant 8h22 dans l'hypothèse où le temps de marche est nul ; si le temps de marche est de 2 minutes, la correspondance ne pourra être effectuée qu'à partir 8h24.

[17] A l'échelle de Lille-Métropole, la part modale des déplacements réalisés à pied est de 60% entre 0 et 1 km et de 20% entre 1 et 2 km. Au-delà, elle tombe à moins de 5% (LMCU-CETE NP, 2007). Notons que la distance à pied dans les enquêtes ménages déplacements est calculée à partir du temps déclaré de déplacement (CERTU, 2009).

[18] Les données de l'enquête ménages déplacements de Lille 2006 permettent d'estimer le temps de marche (et non d'attente) pour effectuer une correspondance : 4 min 30 pour l'intermodalité à partir des cars

et pour atteindre la destination terminale (les pôles d'excellence), ne doit pas dépasser 30 minutes. Si une origine-destination dépasse ce seuil, le déplacement est considéré comme non réalisable en transports collectifs. L'accessibilité pédestre aux stations n'est donc pas soumis à une distance maximale stricte comme dans la méthode PTAL (640 mètres pour le bus, 960 mètres pour le ferroviaire) mais un budget-temps plus souple à répartir pour le pré et post-acheminement qui adoucit l'effet de bordure et ouvre une palette de choix[19].

Le calcul de 60 simulations (chaque minute entre 8h et 9h vers le POI pour 8h, 8h01, 8h02, 8h03 …) avec MUSLIW génère pour chaque pôle d'excellence un fichier résultats[20] 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…). Ce fichier doit ensuite faire l'objet de traitements statistiques pour construire les indicateurs d'accessibilité à travers trois critères.

II.3. Trois critères pour une mesure de l'accessibilité : Temps, Intensité, Pénibilité (« TIP »)

Pour refléter une mesure « plus réaliste » de l'accessibilité du territoire, nous avons choisi de ne pas nous limiter au critère temporel. L'accessibilité horaire en transport collectif présenté dans cet article combine trois critères dits « TIP » : le Temps, l'Intensité et la Pénibilité (*Figure n°5*) :

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

- Le deuxième critère correspond à l'intensité de l'offre pour l'accès en transport collectif combinant le nombre de service et son « élasticité ». 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, JOUVAUD, 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

interurbains, 3 min pour l'intermodalité à partir du train, 1 min 40 à partir de la voiture-conducteur, entre 1 min et 1 min 30 à partir du bus, métro et tramway et 1 min et moins à partir du vélo et de la voiture-passager.

[19] Par exemple, si un POI est à 500 mètres d'une ligne de bus effectuant un important détour et à 800 mètres d'un bus cadencé direct vers les principales zones d'emploi, la méthode PTAL va considéré l'accès au premier arrêt alors que notre méthode laisse le choix d'accès à la station la plus adaptée (pas nécessairement la plus proche) dans la limite d'un budget-temps de 30 minutes.

[20] Chaque fichier a une taille de l'ordre de 650 Mo et environ 5 000 000 d'enregistrements.

nombre de voyages nécessaires pour effectuer chacune des relations interrogées : 0 voyage équivaut à un trajet entièrement à pied, 1 voyage équivaut à un déplacement sans correspondance, 2 voyages équivalent 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.

Ajoutons que d'autres critères peuvent être ajoutés ou enlevés selon les objectifs de la mesure de l'accessibilité. Par exemple, la « capacité » du réseau (nombre de passagers pouvant être véhiculés par les différents modes) apparaît comme un critère supplémentaire intéressant pour intégrer les risques de saturation et rendre compte d'une autre forme de « pénibilité » ressentie par les usagers.

Figure n°5 : Décomposition des critères de temps, d'intensité et de pénibilité pour la mesure de l'accessibilité « TIP ». Exemple d'Euratechnologie.



Afin d'offrir une évaluation agrégée de l'accessibilité en transport collectif à chaque pôle d'excellence, nous avons procèdé 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). La classification statistique automatique est basée sur la procédure K-means[21] en raison du nombre important de données à traiter, plutôt que sur une classification ascendante hiérarchique. Nous avons fait le choix de ne pas pondérer une variable particulière (par exemple le temps) et d'assumer une classification statistique où chacune des variables ont la même importance. Il ne s'agit donc pas d'une procédure classique d'agrégation basée sur le principe de la somme pondérée (logique compensatoire), ni d'une procédure plus élaborée de type « ELECTRE TRI »[22].

En référence aux différents niveaux de la méthode « PTAL », 6 classes homogènes ont ainsi été générées. 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 résidant dans les 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[23]. 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[24]. Pour chacune des cellules on détermine le tronçon le plus proche qui ne traverse pas un obstacle infranchissable à pied, par projection orthogonale. La valeur de la classe à laquelle le tronçon appartient est alors affectée à la cellule. Il suffit ensuite de dessiner les contours du polygone de la zone d'influence de la classe d'accessibilité considérée. 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 cinq pôles d'excellence de la métropole lilloise. Une typologie basée sur des niveaux communs d'accessibilité « TIP » définis empiriquement, assure une comparaison entre les mesures au niveau des cinq sites stratégiques. Il en résulte six classes (de « très bon » à « très faible ») distinguant le niveau d'accessibilité de chaque territoire et fournissant une image unique à l'échelle de Lille Métropole de l'accessibilité en transport collectif aux pôles d'excellence.

---

[21] 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.

[22] Contrairement aux procédures classiques, « les deux procédures proposées dans la méthode ELECTRE TRI refusent cette possibilité de compensation totale entre les performances de l'action selon les différents critères. L'affectation d'une action quelconque est fondée sur la comparaison de l'action et les actions de référence au moyen de la relation de surclassement. Ces deux procédures diffèrent par leur comportement (pessimiste ou optimiste) vis-à-vis de certaines actions incomparables avec des actions de référence ». Voir : http://www.lamsade.dauphine.fr/spip.php?rubrique67

[23] Ces données sont les dernières localisées à l'îlot 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, est disponible à un niveau infra-communal plus agrégé que l'îlot.

[24] Ce choix du carroyage évite d'avoir des cellules de taille différente comme un TIN (de l'anglais *Triangular Irregular Network*) qui correspond à une réticule de points irrégulièrement distribués et organisés en triangles.

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[25] appelée LMCU (Lille Métropole Communauté Urbaine) qui regroupe 85 communes et un peu plus d'un million d'habitants. 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 la gare existante de Lille-Flandres et la nouvelle gare de Lille-Europe a 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 dans le prolongement spatial des premières phases, représentent plus de 350 000 m² de surface de bureaux pour un objectif de 15 000 emplois. La vitrine tertiaire de Lille Métropole est présentée par le schéma directeur[26] 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 (*Figure n°6*).

Figure°6 : Les pôles d'excellence métropolitain du schéma directeur (Source : Schéma directeur LMCU, 2002)

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

POLES D'EXCELLENCE *(filière)*	Sup. (ha)	Surface bureaux (m2)		Nombre d'emplois [27]	
		En 2010	*Objectif à terme*	En 2010	*Objectif à terme*
EURALILLE	130	365 000	*465 000*	12 000	*15 000*
EURATECHNOLOGIE * *(Information et communication)*	100	40 000	*150 000*	1 400	*5 000*
EURASANTE *(Biologie et Santé)*	300	180 000	*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	*180 000*	700	*3 000*

[25] Une communauté urbaine est un Établissement Public de Coopération Intercommunale (EPCI) imposée à Lille par l'État en 1968 dans le cadre de la politique des métropoles d'équilibre. Cette politique d'aménagement du territoire portée par la DATAR (Délégation à l'Aménagement du Territoire et à l'Action Régionale) avait pour objectif de rééquilibrer économiquement et démographiquement l'hégémonie parisienne au profit initialement (en 1964) de huit villes ou groupe de villes : Lille-Roubaix-Tourcoing, Nancy-Metz, Strasbourg, Lyon-Grenoble-Saint-Etienne, Marseille, Toulouse, Bordeaux, Nantes-Saint-Nazaire.

[26] Le Schéma Directeur est un document stratégique de planification de l'aménagement et de l'urbanisme à l'échelle d'une agglomération (en l'occurrence ici Lille Métropole Communauté Urbaine). Il est aujourd'hui remplacé par les Schéma de Cohérence Territoriale (SCOT).

[27] 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.

Le schéma directeur s'appuie sur le développement d'un « schéma polycentrique » autour de cinq 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 en 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 navetteurs vers le secteur central de la métropole. L'utilisation de TGV pour des liaisons régionales 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).

À défaut de disposer de toutes les données pour pouvoir étendre notre zone d'analyse à l'échelon euro-régional[28], l'application se restreint à l'échelle de la communauté urbaine assimilable à un « sous-ensemble métropolitain » cohérent[29]. À 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 (1996). 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 …). L'usage de l'automobile individuelle est cependant majoritaire pour les déplacements des habitants de Lille Métropole[30] ce qui pose des problèmes –communs aux autres grandes agglomérations– de congestion des infrastructures, de pics de pollution ou de saturation de l'espace public par la voiture … L'accessibilité automobile aux pôles d'excellence est également soutenue par une desserte autoroutière performante et une offre de stationnement importante.

---

[28] L'aire d'influence de Lille et de son agglomération déborde sur une large région urbaine et alimente un système de relation plus ou moins intense avec notamment l'arc sud (L'ancien bassin minier du Nord-Pas-de-Calais entre Béthune, Lens, Douai et Valenciennes, ainsi que l'agglomération d'Arras), la bordure littorale (Dunkerque, Calais, Boulogne) et l'espace transfrontalier proche (Courtrai, Tournai) (Paris, 2002).

[29] C'est à l'échelle de la communauté urbaine, qui existe depuis 1968 et couvre plus de 600 km² (cercle d'environ 15 km autour de la commune de Lille), que sont menées les stratégies et projets urbains en matière d'aménagement, de développement économique et de transport.

[30] Même si l'Enquête Ménages Déplacements de 2006 (LMCU) montre un recul de l'usage de l'automobile, celle-ci reste le mode le plus utilisé pour les déplacements quotidiens des habitants de LMCU : 55% de part modale pour la voiture, 31% pour la marche à pied, 10% pour les transports collectifs, 2% pour le vélo, 1% pour les deux-roues moteurs (autre 1%).

De plus, le réseau de transport collectif porte des signes de fragilité que nous allons tester par la mesure de l'accessibilité aux pôles d'excellence. En effet, le développement essentiellement radial du réseau de transport collectif néglige souvent la complémentarité avec le mode ferroviaire (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 desserte, peut s'avérer demain comme un facteur de fragilité », notamment par le résultat d'une « répartition plus éclatée des grands projets métropolitains » (MENERAULT, 2008). Autrement dit, le développement radial des réseaux de transports collectifs (dont l'architecture dépend beaucoup des deux lignes de métro) apparaît en tension avec le développement multipolaire des sites métropolitains stratégiques. Ainsi, nous soutenons l'hypothèse que cette tension entre *radialité* des transports collectifs et *multipolarité* des sites d'excellence peut fragiliser l'accessibilité par les modes alternatifs à la voiture aux principaux poumons économiques de la métropole. Pour tester cette hypothèse, nous proposons d'appliquer la méthode multicritères de mesure de l'accessibilité en transport collectif.

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**

L'accessibilité au pôle « Euratechnologie » croisant des critères de temps, d'intensité et de pénibilité, est présentée *figure n°7*. Ce site, 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). Les liaisons directes par le bus urbain sont faibles : seule la commune de Lambersart, au Nord-Est du pôle d'excellence, bénéficie d'une accessibilité qui entre dans la catégorie « 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).

Figure n°7 : Carte d'accessibilité « TIP » en TC au pôle d'excellence Euratechnologie (réalisation CETE Nord-Picardie)

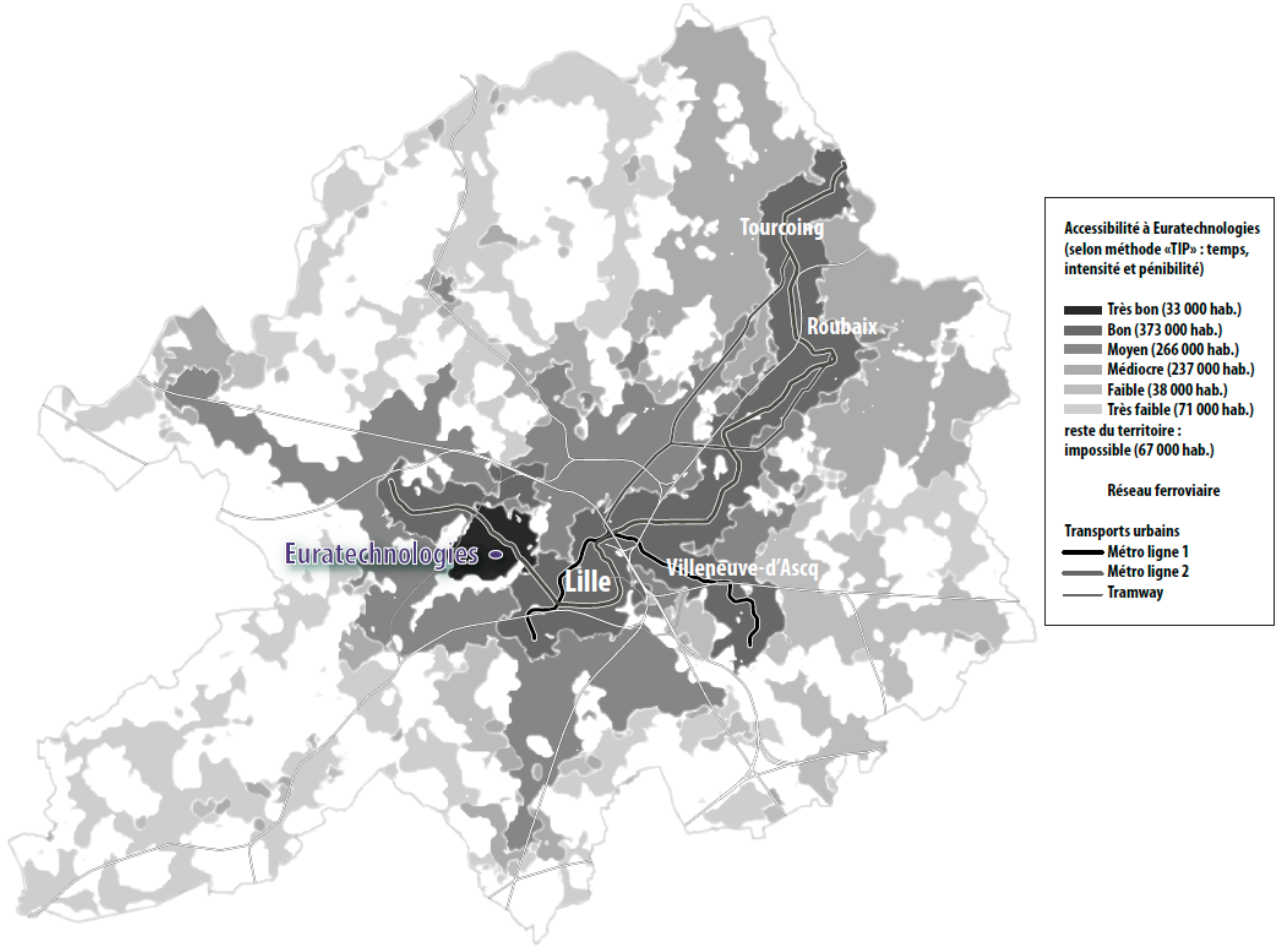
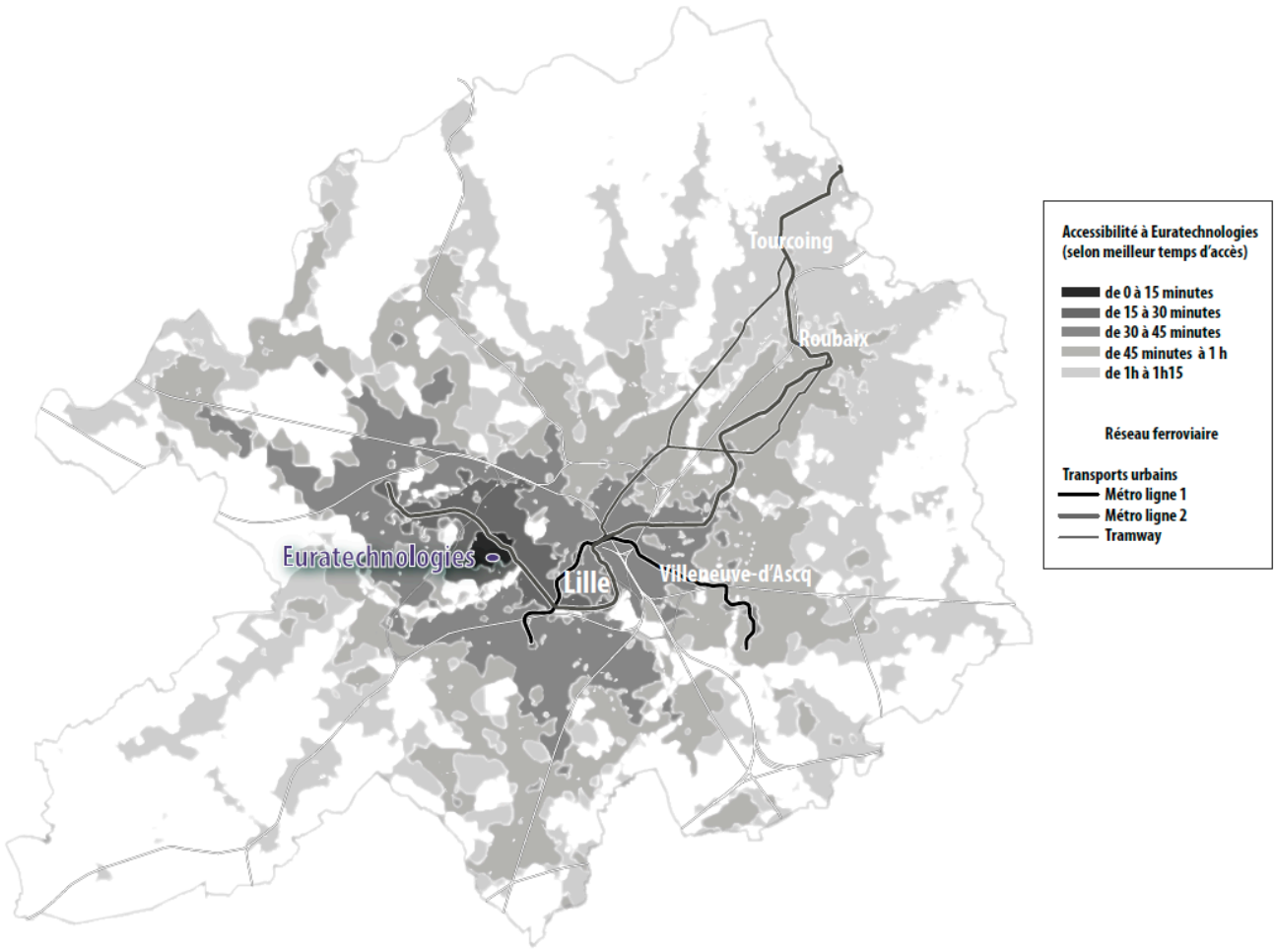


Figure n°8 : Résultats des critères d'accessibilité « TIP » au pôle d'excellence Euratechnologie (réalisation CETE Nord-Picardie)

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	Part cumulée
1/ Périmètre marche à pied	18,6	0,1	59,4	0,0	33 341	3 %	3 %
2/ Corridor métro	47,9	1,3	21,2	1,2	373 634	34 %	37 %
3/ Bus vers métro (proche)	52,0	3,8	8,9	2,0	266 298	24 %	61 %
4/ Bus vers métro (versant Nord-Est)	78,4	4,0	7,6	2,0	237 008	22 %	83 %
5/ Nombreuses correspondances	70,2	5,2	6,3	2,9	38 417	4 %	87 %
6/ Offre TC très faible	86,9	9,5	4,2	2,3	71 382	7 %	94 %
impossible					67 360	6 %	100 %

Nous avons procédé à l'estimation de la population métropolitaine couverte par les secteurs correspondant 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 comptent 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.

Figure n°9 : Carte d'accessibilité par les meilleurs temps de trajet en TC au pôle d'excellence Euratechnologie (réalisation CETE Nord-Picardie)



Pour bien comprendre l'apport de la méthode multicritère, il est utile de procéder une comparaison de la *figure n°7* (Accessibilité « TIP ») avec la *figure n°9* illustrant une méthode plus classique de mesure de l'accessibilité. En effet, cette mesure ne tient compte que du meilleur temps de trajet en transport collectif pour accéder au pôle d'Euratechnologie (Les autres paramètres de pré et post-acheminement pédestre restent cependant les mêmes). On observe quelques ressemblances pour les secteurs les plus proches du site mais surtout plusieurs secteurs où l'accessibilité apparaît très différente d'une mesure à une autre. L'estimation par le meilleur temps de trajet sur-estime l'accessibilité des secteurs proches desservis par le bus (au Nord par exemple). Inversement, par rapport à l'analyse multicritère « TIP », elle sous-estime nettement l'accessibilité des zones où le temps d'accès (plus ou moins bon) est compensé par une offre fréquente et directe. C'est notamment le cas du secteur Nord-Ouest de la métropole (Roubaix et Tourcoing) dont l'accessibilité « TIP » est qualifiée de « bonne » alors qu'elle est médiocre si l'on tient compte uniquement des meilleurs temps de trajet. La principale différence entre les deux mesures est la forme plus radioconcentrique et continue de l'accessibilité par les meilleurs temps. L'accessibilité « TIP » produit des différentiels plus forts (par exemple à Villeneuve-d'Ascq entre le corridor « métro » et les zones desservies par le bus) alors que les meilleurs temps gérèrent des paliers plus réguliers. Cette comparaison témoigne aussi de la diversité des représentations de l'accessibilité du territoire qui peuvent être produites.

La méthode « TIP » contribue à rééquilibrer la mesure de l'accessibilité généralement centrée sur le critère de temps de trajet. Cependant, la conséquence de l'agrégation de plusieurs indicateurs est la moindre lisibilité des résultats que les méthodes classiques d'estimation de l'accessibilité par les meilleurs temps. Le choix de la méthode dépend donc le l'usage que l'on veut en faire.

- **SYNTHESE CINQ POLES D'EXCELLENCE**

La synthèse cartographique croise les potentiels d'accessibilité en transport collectif des cinq pôles d'excellence (*Figure n°10*). Au-delà de la 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 supérieure à 12 dessertes (minimum 1 desserte toutes les 5 minutes) et de pénibilité inférieure à 1,5 voyages ; le deuxième, un « niveau moyen d'accessibilité » avec des critères de temps inférieur à 60 minutes, d'intensité supérieure à 6 dessertes (minimum 1 desserte toutes les 10 minutes) et de pénibilité inférieure à 2,5 voyages ; le troisième seuil concerne les faibles niveaux d'accessibilité.

Figure n°10 : L'accessibilité « TIP » en TC aux pôles d'excellence de Lille Métropole (Réalisation CETE Nord-Picardie 2011)

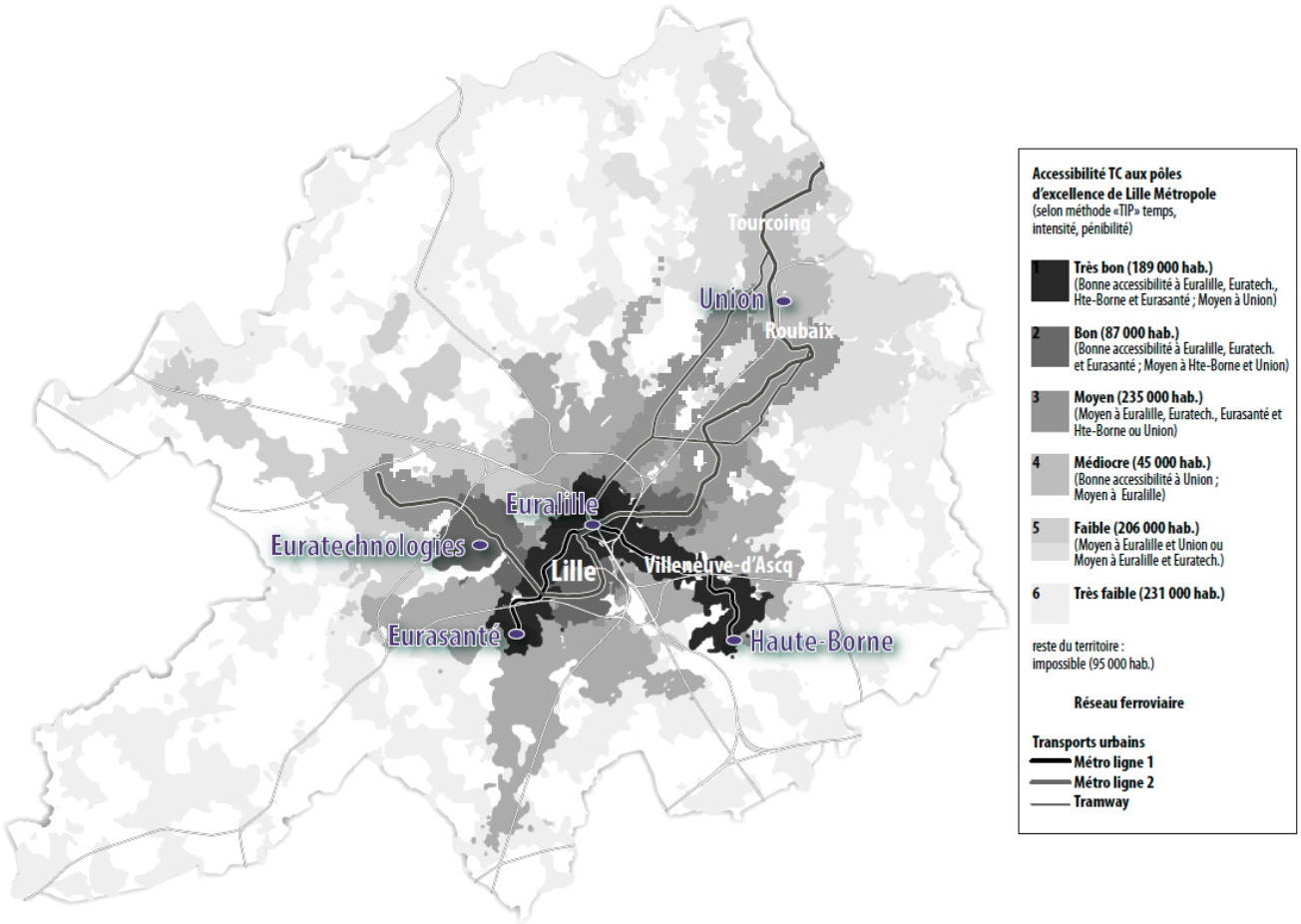


Figure n°11 : Comparaison de l'accessibilité « TIP » des pôles d'excellence en fonction de la population couverte (Réalisation CETE Nord-Picardie 2011)

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	% pop. LMCU	Population concernée	% pop. LMCU	
EURALILLE	276 000	25 %	483 000	44 %	69 %
UNION	42 000	4 %	537 000	49 %	53 %
EURATECHNOLOGIE	276 000	25 %	289 000	26 %	51 %
EURASANTE	276 000	25 %	235 000	21 %	46 %
HAUTE-BORNE	189 000	17 %	156 000	14 %	31 %

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 quatre des cinq pôles d'excellence (mise à part Haute-Borne) tandis que les communes en bordure de la ville offrent 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 traitée spécifiquement du fait de son accessibilité privilégiée avec ce pôle.

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.

Ce résultat de la mesure de l'accessibilité « TIP » est assez cohérent avec l'index d'accessibilité de la méthode « PTAL » présenté dans la *Figure n°3*. Implanté sur les terrains militaires des anciennes fortifications, le positionnement remarquable du pôle Euralille au carrefour des transports publics, peut se lire dans les différentes estimations du potentiel d'accessibilité. Par contre, le différentiel entre Euralille et les autres pôles d'excellence est sensiblement plus fort dans la méthode « PTAL » que dans l'approche proposée dans cet article. Il semble que les autres sites stratégiques ont une accessibilité territoriale plus favorable que le classement au niveau 2 sur 6 des « PTALs » ne le laissait présager.

Surtout, on voit apparaître des différences entre les pôles d'excellence de l'Union (53%), et d'Euratechnologie (51%) situés dans des secteurs de renouvellement urbain et ceux d'Eurasanté (46%) et de la Haute-Borne (31%) implantés sur des terrains agricoles. Les sites implantés sur des friches industrielles offrent un potentiel d'accessibilité légèrement supérieur aux sites en bordure d'agglomération. Les pôles « Union » et « Euratechnologie » ont une accessibilité « bi-face » et sont insérés dans le tissu urbain, tandis que « Eurasanté » et « Haute-Borne » sont en position de terminus, en extension urbaine.

Au-delà du nombre d'habitants, il est possible d'observer les types de population concernés par les différentes zones d'accessibilité (*Figure n°12*). Nous avons distingué 4 catégories de population : les actifs ayant un emploi, les actifs sans emploi (chômeurs), les autres inactifs et les étudiants. Mise à part, la catégorie des « autres inactifs » (hommes ou femmes au foyer, retraités …), ces différentes populations sont potentiellement concernées par l'accessibilité aux pôles d'excellence : les actifs pour leur emploi actuel ou futur, les chômeurs pour l'accès à l'emploi et les étudiants pour l'accès aux études et à la formation (les pôles d'excellences de la Haute-Borne et Eurasanté sont accolés à de grands sites universitaires tandis que les autres pôles accueillent de nombreux instituts universitaires ou écoles de formation).

Figure n°12 : Répartition des catégories de population par niveaux d'accessibilité en transport en commun aux pôles d'excellence (Réalisation CETE Nord-Picardie 2012)

Accessibilité TIP aux 5 pôles d'excellence	Actifs ayant un emploi (CSP sur-représentée)	Chômeurs	Autres inactifs	Étudiants Scolaires
1/ TRES BON	55 % (cadres)	12 %	8 %	25 %
2/ BON	58 % (prof. Interm., cadres)	11 %	10 %	21 %
3/ MOYEN	64 % (ouvriers)	11 %	10 %	15 %
4/ MEDIOCRE	53 % (ouvriers)	18 %	15 %	14 %
5/ FAIBLE	63 % (ouvriers)	12 %	13 %	13 %
6/ TRES FAIBLE	70 % (cadres)	8 %	9 %	13 %
IMPOSSIBLE	69 % (prof. Interm.)	8 %	10 %	14 %
TAUX GLOBAL	63 %	11 %	10 %	16 %

Les 6 zones d'accessibilité de la *figure n°10* accueillent majoritairement des actifs avec un emploi. Si les actifs sont mieux représentés dans les secteurs où l'accessibilité est plutôt faible, cette catégorie n'est pas homogène. Un examen plus détaillé des catégories socio-professionnelles (CSP) montre que les cadres et professions intermédiaires se localisent préférentiellement dans des secteurs à l'accessibilité contrastée : soit dans les zones urbaines à « très bonne » et « bonne » accessibilité aux pôles d'excellence ; soit dans les secteurs où l'accès en transport collectif est « très faible », voire « impossible ». Ces derniers sont généralement motorisés et utilisent beaucoup la voiture (d'après les chiffres de l'Enquête Ménages Déplacements de Lille Métropole en 2006). Les employés ont une répartition plus homogène tandis que les ouvriers sont les plus nombreux dans les classes d'accessibilité « moyen », « médiocre » et « faible ».

Parmi les 4 grandes catégories de population, les étudiants sont sur-représentés dans les secteurs bénéficiant d'une « bonne », voire « très bonne » accessibilité. Leur localisation est cohérente avec une très forte utilisation des transports collectifs relevée par l'EMD Lille 2006 (LMCU-CETE NP, 2007) mais aussi la conséquence (comme ils sont généralement captifs des TC, ils privilégient une localisation dans les secteurs les mieux desservis). Enfin, une large proportion d'actifs sans emploi et d'inactifs sont situés dans des secteurs à l'accessibilité intermédiaire à faible. On peut faire l'hypothèse qu'ils sont potentiellement les plus fragiles face à la moindre qualité de l'accessibilité en transport en commun aux principaux pôles d'emploi. En effet, ces populations sont moins motorisées et plus sensibles au coût d'usage de la voiture individuelle.

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

La construction et l'interprétation des indicateurs d'accessibilité apparaît comme un outil intéressant pour discuter et mettre en débat un certain nombre de choix stratégiques. A l'image du « PTAL » à Londres, l'évaluation de l'accessibilité peut être utilisée pour orienter les politiques de transports publics, les normes de stationnement[31] ou la planification urbaine. 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 de la 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 ENTRE DESSERTE METRO ET ACCESSIBILITE AUTOMOBILE**

Dans la communauté urbaine de Lille, le déploiement du réseau de métro léger et l'accessibilité qu'il génère offrent 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 codéveloppement des stratégies métropolitaines et de l'accessibilité métro. Ainsi, la mesure multicritère de l'accessibilité fait apparaître ce mode comme l'élément structurant de la desserte en transport collectif de tous les pôles d'excellence de l'aire métropolitaine lilloise.

Cependant, même si l'accessibilité en transport en commun aux pôles d'excellence de Lille Métropole peut-être jugée satisfaisante grâce au métro, la desserte automobile est également soutenue. D'abord, elle bénéficie d'embranchement direct à une ou plusieurs autoroute(s) comme, par exemple, le site de la Haute Borne à proximité d'un échangeur de plusieurs autoroutes gratuites (A 27 Tournai, A 23 Valenciennes, N 227 Tourcoing-Gand, A1 Paris). Ensuite, l'offre de stationnement est abondante comme autour du pôle central d'Euralille qui concentre plus de 6 000 places de stationnement (source SAEM Euralille). Le stationnement est parfois gratuit et réservé aux salariés, ce qui constitue un critère décisif de choix modal dans les déplacements domicile-travail. Enfin, l'accessibilité en transport collectif est fragilisée par la morphologie urbaine des sites stratégiques qui demeurent de faible densité et consomment beaucoup de foncier.

En effet, le développement des zones tertiaires est souvent éloigné des stations de métro, ce qui rend difficile le « dernier kilomètre » autre critère 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) illustre la distance à parcourir à pied pour arriver à sa destination. Les constructions du pôle Eurasanté sont situées 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 (Projet inscrit dans le Plan de Déplacements Urbains 2010).

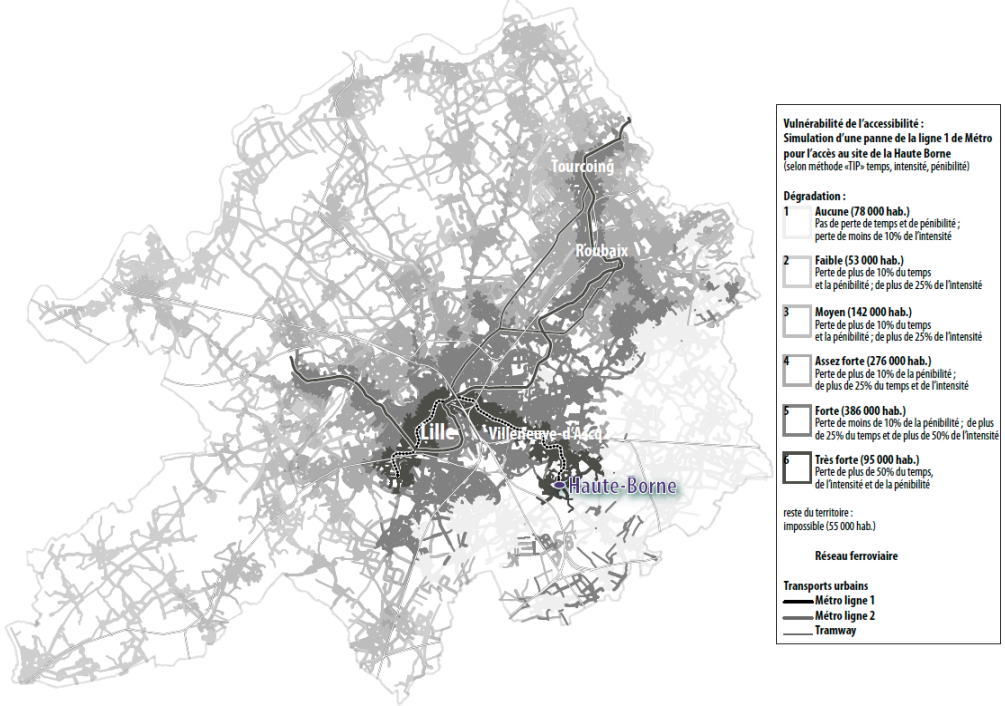
[31] A titre d'exemple, le « London Plan » précise qu'étant donné le besoin d'éviter la sur-utilisation de la voiture, la mise à disposition de places de stationnement doit être ajustée en fonction du niveau d'accessibilité aux transports collectifs.

- **LA VULNERABILITE DU RESEAU PAR LA CONCENTRATION DES INVESTISSEMENTS SUR LE METRO**

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[32] 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 normale et en condition dégradée, 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[33]. 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°13 : Test de vulnérabilité de l'accessibilité à la Haute-Borne simulant une panne de la ligne 1 de métro (Réalisation : CETE NP 2011)



[32] 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.

[33] Le scénario n'est pas irréaliste : les deux lignes de métro peuvent connaître des dysfonctionnements de plus d'une heure qu'il est difficile de palier rapidement par des bus de substitution. Notons que la ligne 1 de métro a été inauguré en 1983 et donc que l'infrastructure aura 30 ans en 2013 (Les véhicules ont été en partie modernisés).

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 touchées 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 dépendante de l'accès métro : la population communautaire bénéficiant d'un niveau d'accessibilité « moyen » ou « bon » à la Haute-Borne (tel que défini dans la partie précédente) est divisée par 4. L'accessibilité des secteurs directement desservie par la ligne 1 chute de manière spectaculaire ce qui montre 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 supérieure 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 débat 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 exploitée 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 permettrait de fournir des accessibilités alternatives moins dépendantes du métro.

CONCLUSION

Ce travail apporte un regard nouveau sur l'accessibilité spatio-temporelle du territoire par les transports collectifs. Les propositions méthodologiques formulées dans cet article s'ajoutent à une liste déjà longue d'indicateurs d'accessibilité qui démontrent l'intérêt de multiplier les regards et les paramètres dans une dimension d'aide à l'action territoriale. Les principaux apports et perspectives de ce travail sont synthétisés selon les trois approches abordées, théorique, méthodologique et opérationnelle.

L'apport théorique de cette contribution tient à l'observation renouvelée du « potentiel spatial » de l'accessibilité du territoire dans le cadre d'un « système d'accessibilité territoriale ». L'intérêt de ce cadrage est de bien délimiter les apports d'une telle production sur le paradigme d'accessibilité. Les perspectives qui s'ouvrent dans toute analyse d'un élément d'un système, concerne l'exploration des rétroactions, ici les contraintes qu'exerce le potentiel spatial sur le potentiel social.

L'apport méthodologique concerne l'élaboration d'une démarche affinant les indicateurs d'accessibilité existants et cumulant des critères pertinents dans l'estimation de la qualité des déplacements (temps, intensité, pénibilité). L'accessibilité « TIP » par les transports collectifs identifie en négatif les territoires où la dépendance à l'automobile est plus moins forte. En effet, nous estimons, qu'indépendamment de la différence brute en temps d'accès entre la voiture individuelle et les transports collectifs, les secteurs où l'accessibilité « TIP » est d'un bon niveau peuvent être les supports d'un report modal plus important. En effet, sous l'effet cumulé de plusieurs facteurs économiques, sociaux et environnementaux, on peut imaginer que les choix des ménages face à une vulnérabilité accrue tiennent davantage compte de la performance (pas seulement temporelle) des modes alternatifs à l'automobile.

Malgré la taille de la base de données à manipuler, la reproductibilité de la méthode à d'autres métropoles peut néanmoins être envisagée pour au moins deux raisons : d'une part, les démarches « open data » d'ouverture des données se multiplient et donnent accès aux informations nécessaires à la modélisation (géolocalisation des arrêts, horaires des TC, réseau viaire …) ; d'autre part, l'amélioration de la vitesse de calcul des outils informatiques peut faciliter le traitement de lourdes bases de données. Elle peut même motiver l'amélioration des méthodes de classification, l'élargissement des périmètres d'observation ou l'ajout d'indicateurs supplémentaires, comme le nombre de places offertes par les différents modes de transports collectifs[34].

L'apport opérationnel, dans le contexte de la métropole lilloise, repose sur l'élaboration d'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 » la capacité du réseau de transport collectif à « co-construire » la stratégie multipolaire du fonctionnement métropolitain. L'hypothèse concernant la tension entre le développement radial des transports collectifs et la multipolarité des sites d'excellences métropolitains est confirmée : en effet, nous avons montré que l'accessibilité par les transports collectifs était essentiellement soutenue par deux lignes de métro dont le déséquilibre avec le reste de

[34] La thèse de Martin Koning (2011) a permis de souligner l'importance de l'effet externe lié au confort des déplacements issu de la congestion dans les métros. Selon ses travaux, « les usagers de la ligne 1 du métro parisien ont ainsi déclaré être disposés à augmenter (en moyenne) de 30% la durée de leurs déplacements afin de jouir du niveau de confort des heures creuses durant les heures de pointe » (Koning, 2011). Ce résultat participe également à relativiser l'importance de l'indicateur « temps d'accès » dans les transports par rapport à d'autres dimensions de l'épreuve de mobilité.

l'offre de transports en commun était en mesure d'augmenter la vulnérabilité du réseau. Ces 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 nécessitent une bonne connaissance du terrain devant la finesse des résultats. Les perspectives concernent ici la confrontation de la démarche aux acteurs locaux pour alimenter les débats sur les interactions entre forme de ville et forme de réseaux.

BIBLIOGRAPHIE

ADULM (2001) *Schéma Directeur de développement et d'urbanisme de Lille Métropole*. Lille, Syndicat mixte du schéma directeur de Lille métropole, 246 p.

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

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

BASSAND, Michel et LEVY, Jacques (2003) Mobilité. Dans Jacques Lévy et Michel Lussault (dir .) *Dictionnaire de Géographie et de l'espace des sociétés*. Paris, Belin, p. 622-625

BARRÉ, Alain (2001) Gare(s) et réseaux de transport publics à Lille : du point nodal à l'espace nodal. Dans Philippe Menerault et Alain Barré (dir.) *Gares et quartiers de gares : signes et marges*. Actes Inrets n°77, p.93-100.

BARRÉ, Alain et MENERAULT, Philippe (2001) L'interconnexion train/VAL dans l'agglomération lilloise. *Hommes et Terres du Nord*, 2001, n° 2, p. 106-111.

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

CATTAN, Nadine (2009) Territoire mobile. De l'impossible concept à l'apport des études genrées. Dans Stéphane Rosière, Kevin R Cox, Céline Vacchiani-Marcuzzo, Carl Dahlman (Dir), *Penser l'espace politique*. Ellipses, Paris.

CAUBEL, David (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, Colette, REYMOND, Henry et ENAUX, Christophe (1992) *Pour une approche multiple de l'accessibilité : proposition méthodologique*. Prospectives et Territoires, DATAR.

CAUVIN, Colette (1994) Accessibilité de système et accessibilité locale. *Flux*, n° 16, p. 39-48.

CAUVIN, Colette et ENAUX, Christophe (2004) Des temps d'accès à leur représentation cartographique : propositions méthodologiques. Dans Luc Vodoz, Barbara Pfister-Giauque et Christophe Jemelin (dir.) *Les territoires de la mobilité, l'aire du temps*. PPUR, Lausanne, p.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, Coll. CERTU, 36 p.

CERTU (2009) *Calcul a posteriori des distances dans les enquêtes ménages déplacements*, DGMT-ADEME, coll. CERTU, 45p.

CHAPELON, Laurent (1996) Modélisation multi-échelles des réseaux de transport : vers une plus grande précision de l'accessibilité. *Mappemonde*, vol. 3, p.28-36

CHAPELON, Laurent (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, Laurent, JOUVAUD, Benoît et RAMORA, Sébastien (2005) C*onception de services régionaux de transport public et optimisation de l'offre*. Paris: Ministère de l'Équipement, Direction des transports terrestres (PREDIT).

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

CHARDONNEL, Sonia (2001) La Time-Geography: les individus dans le temps et dans l'espace. Dans Lena Sanders (dir.) *Aspects fondamentaux de l'analyse spatiale*. HERMES Sciences, Paris, p. 129-156

COQUIO, Julien (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, Alexis (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, Yves (2011a) *Accessibilité : un concept ancien pour traiter des défis nouveaux*. ThéoQuant, 23-25 février 2011.

CROZET, Yves (2011b) Mobilité : les gains de temps ne sont plus ce qu'ils étaient … Dans Christophe Gay, Vincent Kaufmann, Sylvie Landriève, Stéphanie Vincent-Geslin (dir.) *Mobile. Quels choix, quels droits pour 2030 ?* vol. 1, L'aube, Forum vies mobiles, p. 68-79

DOBRUSZKES, Frédéric, HUBERT, Michel, LAPORTE, François et VEIDERS, Caroline (2011) Réorganisation d'un réseau de transport collectif, rupture de charge et mobilités éprouvantes à Bruxelles. *Articulo - Journal of Urban Research,* vol 7, Online since 19 September 2011, connection on 24 October 2012. URL : http://articulo.revues.org/1844.

DOUTRIAUX Emmanuel (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'Équipement du Nord-Pas-de-Calais.

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

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

GENT Christopher et SYMONDS Geoff (2005) *Advances in public transport accessibility assessments for development control – a proposed methodology*. Capita Symonds Ltd Transport Consultancy, 22 p.

HAGERSTRAND, Torsten (1970) What About People in Regional Science ? *Papers of the Regional Science Association*, vol. 24, p. 7-21

HILAL, Mohamed (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, Olivier (1999) *State of french art of spatial accessibility indicators*. SPESD, France, Working paper. http://www.nordregio.se/spespn/Files/1.1.annex5.pdf

JOUFFE, Yves (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.

KAUFMANN, Vincent et JEMELIN, Christophe (2004) *La motilité, une forme de capital permettant d'éviter les irréversibilités socio-spatiales*. Communication au colloque «Espaces et sociétés aujourd'hui. La géographie sociale dans les sciences et dans l'action», Rennes, 21-22 octobre 2004.

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

KOENIG, Gerard (1974) Théorie urbaine de l'accessibilité. *Revue Économique*, n°2

KONING, Martin (2011) *Essais sur la congestion dans les transports à Paris*. Thèse de Droit-Économie-Gestion, Université de Paris 1-Panthéon Sorbonne, 249 p.

KWAN, Mei-Po (1998) Space-time and integral measures of individual accessibility: a comparative analysis using a point-based framework, *Geographical Analysis* vol 30 n°3, p.191-216

LE BERRE, Maryvonne (1992) Territoire. Dans Antoine Bailly, Robert Ferras, Denise Pumain (dir.) *Encyclopédie de géographie*, Paris, Economica, p. 601-622.

LENNTORP, Bo (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, 150 p.

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

L'HOSTIS, Alain, DECOUPIGNY, Christophe, MENERAULT, Philippe et MORICE Nicolas (2001) *Cadencement et intermodalité de l'offre en transport collectif en Nord-Pas de Calais. Analyse et propositions d'amélioration*. Rapport INRETS, Villeneuve-d'Ascq, 120 p.

L'HOSTIS, Alain, MENERAULT, Philippe et DECOUPIGNY, Christophe (2004) Assessing spatial planning policy with accessibility indicators : the case of Lille's metropolis scenario. Dans Michel Beuthe, Veli Himanen, Aura Reggiani, Luca Zamparini (dir.) *Transport developments and innovations in an evolving world*, Berlin, Springer, p. 293-312.

L'HOSTIS, Alain et CONESA, Alexis (2010) Définir l'accessibilité intermodale. Dans Arnaud Banos, Thomas Thevenin (dir.) *Systèmes de transport urbains. Caractérisation de l'offre et estimation de la demande*, Hermès-Lavoisier, 240 p.

LITMAN, Todd (2008) Valuing Transit Service Quality Improvements. *Journal of Public Transportation*, 11 (2), P. 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.

LMCU-CETE NP (2007) *Enquête déplacements 2006. Territoire de Lille Métropole*. Rapport de synthèse, 131 p.

MAJOR OF LONDON (2008) *The London Plan. Spatial Development Strategy for Greater London*. Greater London Authority, 508 p.

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

MEISSONNIER, Joël (2011) *Pour un accès aux ressources urbaines plus équitable : la piste du covoiturage dynamique sur le territoire d'un PRU*. 11e édition du colloque du GT « Mobilités Spatiales, Fluidités Sociales. 24 et 25 mars 2011, PACTE-Grenoble.

MENERAULT, Philippe (1996) Transport ferré régional et interconnexions dans la métropole lilloise : quelques rendez-vous manqués. *Transports urbains* n°93, p.25-30.

MENERAULT, Philippe et L'HOSTIS, Alain (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, Philippe et BARRÉ, Alain (2001) L'interconnexion train/VAL dans l'agglomération lilloise. *Hommes et terres du Nord* n°2, p. 106-111.

MENERAULT, Philippe et BARRÉ, Alain (2001), *Gares et quartiers de gares: signes et marges*, Actes INRETS n°77, 216 p.

MENERAULT, Philippe, BARRÉ, Alain, CONESA, Alexis, L'HOSTIS, Alain, PUCCI, Paola et STRANSKY, Vaclav (2006), *Multipolarités urbaines et nouvelles organisations intermodales*, GRRT, Villeneuve-d'Ascq, 124 p.

MENERAULT, Philippe (2008) Gares ferroviaires et projets métropolitains : une ville en mutation. *Plate-Forme d'Observation des Stratégies Urbaines*, p. 151-171

MENERAULT, Philippe (2010) *Grande vitesse et système métropolitain : une troisième gare TGV à Lille, enjeux et limites*. Colloque international Gares et Territoires de la grande vitesse ferroviaire, ThéMA Dijon-Besançon, 16-17-18 juin 2010

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

NEUTENS, Tijs, WITLOX, Frank et DEMAEYER, Philippe (2007) Individual Accessibility and travel possibilities: a litterature review on time-geography. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, N°4, p. 335-352

OFFNER, Jean-Marc et PUMAIN, Denise (1996) *Réseaux et territoires, significations croisées.* Ed. de l'Aube, Paris, 281 p.

OPPENCHAIM, Nicolas (2011) La mobilité comme accessibilité, dispositions et épreuve : trois paradigmes expliquant le caractère éprouvant des déplacements à Paris. *Articulo - Journal of Urban Research* [Online], n°7, URL : http://articulo.revues.org/1767

PALMIER, Patrick (2009) *Étude sur les flux en transports collectifs urbains sur Lille Métropole*. Rapport pour LMCU, CETE Nord-Picardie, 51p.

PARIS, Didier (2002) Lille, de la métropole à la région urbaine. *Mappemonde*, n°66, p. 1-7.

PARIS, Didier et STEVENS Jean-François (2000) *Lille et sa région urbaine ; la bifurcation métropolitaine*, Paris : L'Harmattan, collection Métropoles 2000, 265 p.

RAMADIER, Thierry (2011) *L'accessibilité socio-cognitive des espaces urbains*. 11e édition du colloque du GT « Mobilités Spatiales, Fluidités Sociales. 24 et 25 mars 2011, PACTE-Grenoble.

RICHER, Cyprien et VUIDEL, Gilles (2012) L'intensité nodale, une évaluation de la performance de l'intermodalité dans les pôles d'échanges. *Actes des rencontres de ThéoQuant 2011*, http://thema.univ-fcomte.fr/theoq/pdf/2011/TQ2011%20ARTICLE%207.pdf

ROSEAU, Nathalie (2010) Mobile en métropole : une condition durable ? *Urbanisme*, n°36, p.59-61

STRANSKY, Vaclav (2008) Vers une métrique de la connexion intermodale : Un essai de quantification de la cohérence entre modes de transport complémentaires. *Cahiers Scientifiques du Transport*, n°53, p. 29-56

STATHOPOULOS, Nicolas (1994) Effets de réseau et déséquilibres territoriaux dans la structure de l'offre ferroviaire à Paris. *Flux* n°18, p. 17-32

TRANSPORT FOR LONDON (2010) *Measuring Public Transport Accessibility Levels PTALs*, Guide méthodologique, 7 p.

WARDMAN, Marc et HINE, Julian (2000) *Costs of interchange: a review of the literature*. Leeds, University of Leeds, Institute of Transport Studies.

WENGLENSKI, Sandrine (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, 373 p.

WENGLENSKI, Sandrine (2006) Regards sur la mobilité au travail des classes populaires. Une exploration du cas parisien. *les Cahiers Scientifiques du Transport* N° 49/2006 - Pages 103-127

WIEL, Marc (2007) Le réseau ferroviaire peut-il être l'ossature du développement urbain ? Dans Marcel Bajard (dir.) *De la gare à la ville, Arep une démarche de projet*. AAM Editions - Archives d'architecture moderne, 176 p.

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