



HAL
open science

**Lille, une métropole sans aéroport international?
Analyse de la performance territoriale du nœud air-fer à
grande vitesse de Roissy Charles de Gaulle dans
l'accessibilité lilloise**

Alain L'Hostis, Sandra Bozzani

► **To cite this version:**

Alain L'Hostis, Sandra Bozzani. Lille, une métropole sans aéroport international? Analyse de la performance territoriale du nœud air-fer à grande vitesse de Roissy Charles de Gaulle dans l'accessibilité lilloise. RTS. Recherche, transports, sécurité, 2006, 46, pp.157-170. 10.3166/rts.92.155-170. hal-00145667

HAL Id: hal-00145667

<https://hal.science/hal-00145667>

Submitted on 11 May 2007

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.

Lille, une métropole sans aéroport international ?
Analyse de la performance territoriale du nœud air-fer à grande vitesse de
Roissy Charles-de-Gaulle pour l'accessibilité lilloise

Lille, a metropolis without an international airport?
An analysis of the geographical performance of the Roissy Charles-de-Gaulle
air-high speed rail node with regard to Lille's accessibility

Sandra Bozzani, Alain L'Hostis *

Adresse professionnelle des auteurs à la date d'acceptation de l'article
INRETS-LVMT, 20 rue Élisée Reclus, BP 317, 59666 Villeneuve-d'Ascq cedex

Reçu le 17 octobre 2005 ; accepté le 19 janvier 2006

courriel : alain.l'hostis@inrets.fr

Résumé Une métropole est un organisme urbain qui exerce un rayonnement externe, auquel contribue la maîtrise des modes de transport rapides. Le mode aérien, ainsi que le TGV, par leur pertinence sur les longues distances, font partie de ces modes de transport marquant la métropole. La présente contribution vise à mesurer les bénéfices, en termes d'accessibilité, de l'articulation des deux modes rapides, fer à grande vitesse et aérien, et pas seulement de leur juxtaposition. Il s'agit de compléter les analyses que l'on trouve habituellement dans la littérature pour qualifier et quantifier le fait métropolitain. L'approche intermodale montre que l'articulation des modes signifie, pour la métropole lilloise, une contribution décisive en termes d'ouverture et de projection à longue distance.

Abstract A metropolis is an urban entity that exerts an external influence, to which efficient fast transport contributes. As air and high speed rail transport are both effective for long distance journeys they feature among the modes that characterize metropolises. This paper attempts to measure the accessibility benefits that accrue from the combination, as opposed to the mere juxtaposition, of these two fast modes. This analysis supplements that which is frequently found in the literature when dealing with metropolises. The intermodal approach shows that the combination of the two modes makes a decisive contribution to Lille's accessibility and the possibilities available for long distance travel.

Mots-clés : Lille ; Métropole ; Modes de transport rapide ; Train à grande vitesse ; Mode aérien ; Intermodalité ; Accessibilité

Keywords: Lille; Metropolis; Fast transport modes; High speed rail; Air transport; Intermodality; Accessibility

1. Introduction

Dans l'armature urbaine française, l'agglomération lilloise occupe une place de choix : elle s'inscrit, au niveau hiérarchique immédiatement inférieur à Paris, dans le groupe des principales métropoles régionales. Si l'on considère qu'une métropole est un objet urbain qui rayonne à

l'échelle globale, il apparaît pertinent de porter l'attention sur la façon dont les modes de transport à longue distance, les modes rapides, sont mobilisés.

Lille est dotée d'un aéroport, ainsi que connectée au réseau européen des lignes ferroviaires à grande vitesse. L'objet de cette contribution est d'analyser la performance spatiotemporelle du mode aérien, du mode ferroviaire à grande vitesse et de leur articulation au service de l'ouverture extérieure de l'agglomération lilloise.

2. Organisations métropolitaines et modes rapides : la prévalence de l'aérien

En tant qu'entité urbaine, la métropole est marquée par la combinaison de trois dimensions : au-delà de son poids démographique, elle dispose d'activités (économiques et culturelles) nombreuses et diversifiées et elle rayonne à l'échelle globale (Renard, 2000). La métropole, ainsi définie comme un objet urbain participant aux processus d'échanges à l'échelle mondiale, suppose une maîtrise des moyens de communication.

Dans l'espace mondialisé, une métropole est reliée aux autres métropoles par des modes de transport rapides opérant sur les longues distances (Lacour et Puissant, 1999). L'organisation spatiale métropolitaine privilégie les relations horizontales entre pôles et fait émerger des *territoires-réseaux* plutôt que des *territoires-zones* (Veltz, 1996). Pour répondre à cette organisation territoriale, une métropole doit posséder un niveau d'accessibilité tel qu'il lui permet d'atteindre les autres métropoles dans des conditions satisfaisantes.

Dans l'ouverture internationale des métropoles, l'aéroport joue un rôle central. Par sa vitesse, le mode aérien est le mode privilégié du fonctionnement métropolitain. Ainsi les analyses de la hiérarchie des villes européennes et des processus métropolitains accordent-elles une place centrale au mode aérien. Pour exemple l'analyse comparative des villes européennes réalisée par C. Rozenblat et P. Cicille (2003) analyse le rayonnement des métropoles par le trafic de l'aéroport et par des mesures d'accessibilité monomodales. Selon ces critères Lille fait pâle figure, puisque, comparée à 177 autres villes de l'espace européen, elle s'inscrit dans la 5e classe sur 6, tant en termes de trafic qu'en termes d'accessibilité. Lille est surclassée par de nombreuses villes françaises de plus petite taille telles Nantes, Bordeaux, Strasbourg ou encore Montpellier.

Le point de vue des acteurs régionaux, tel qu'il apparaît au travers des indicateurs édités chaque année par la Cellule économique régionale des transports (CERT, 2004), s'inscrit lui aussi dans cette logique en présentant d'une part l'ouverture lilloise par l'offre de vols directs au départ de l'aéroport de Lesquin, d'autre part le réseau des lignes ferroviaires à grande vitesse.



Fig. 1 Une vision monomodale de l'accessibilité lilloise, l'offre aérienne au départ de Lille-Lesquin en 2002

D'après (CERT, 2004)

En Europe, le développement du mode ferroviaire à grande vitesse, a profondément modifié la géographie des distances-temps, au point de concurrencer directement le mode aérien sur certains parcours. Ainsi, certaines relations horizontales entre métropoles bénéficient du renouveau du rail (Troin, 1995). La tectonique des modes de transport évolue dans le sens d'une coexistence de l'aérien et du ferroviaire à grande vitesse, qui contribuent l'un et l'autre à l'ouverture globale des métropoles.

Si les deux modes coexistent, leur combinaison, en particulier pour des raisons liées à l'environnement, est de plus en plus souhaitée : la politique européenne des transports (CE, 2001) et plus encore les orientations de l'aménagement de l'espace communautaire (EC, 1999) prônent le développement du mode ferroviaire rapide, qui doit se substituer à l'aérien autant que possible. Dans une logique de *territoires-réseaux*, on voit se développer des pôles intermodaux qui renforcent les fonctions d'échange des métropoles (DATAR, 2002). L'alliance progressive des deux modes rapides aboutit à la constitution de véritables systèmes intermodaux (Dobruszkes, 2001). Ces systèmes intermodaux reposent sur la complémentarité des modes, en organisant la multimodalité — par un principe de juxtaposition — et l'intermodalité — par l'utilisation successive du rail et de l'aérien dans un même déplacement.

L'émergence de ces *systèmes intermodaux* contribue au développement de l'ouverture des villes qu'ils desservent. Mais l'ensemble des potentialités de cette articulation est-il pris en compte dans

les analyses de l'accessibilité proposées dans la littérature ? À cet égard, la contribution de P. Menerault et V. Stranky (1999) propose une piste que nous allons approfondir dans la présente contribution.

3. Extension spatiale de l'accessibilité lilloise par la mobilisation du couple TGV-avion

Pour apprécier le rayonnement international de Lille, nous nous intéressons à l'accessibilité en direction des grandes métropoles européennes. Dans le cadre d'un projet ORATE (Mathis et Bock, 2004), nous avons réalisé le recueil de l'ensemble de l'offre aérienne des principales villes européennes sous forme d'horaires. Nous avons complété cette base avec l'offre des TGV directs au départ de Lille. La base de données ainsi constituée a ensuite été traitée avec les algorithmes de chemins minimaux de l'outil MapNod¹.

La méthode utilisée s'inspire de celle développée par P. Menerault et V. Stranky (1999). Les deux auteurs ont représenté l'intermodalité dans une logique de service, à l'échelle française au départ de Lille. Nous avons adopté la même méthode, toujours dans une logique de service, mais à l'échelle européenne (Europe des 25 et pays voisins).

Cette première approche a été développée par S. Bozzani (2005). Du point de vue de la théorie des graphes, cette approche correspond à une analyse de contiguïté (Bunge, 1966), (Pumain et Saint-Julien, 1997). La contiguïté d'ordre 1 désigne les vols directs et la contiguïté d'ordre 2 qualifie les relations réalisables avec une unique correspondance.

La Fig. 2 représente l'offre aérienne de l'aéroport de Lille-Lesquin en mars 2003. Sur la carte figurent le nombre de vols directs — selon une contiguïté d'ordre 1 — et le nombre de vols avec une correspondance — selon une contiguïté d'ordre 2 — en direction de l'espace européen des 25 États-membres de l'Union européenne et des pays voisins. Notons que l'indicateur des vols directs est tout à fait cohérent avec la représentation proposée par la CERT.

¹ Voir <http://mapnod.free.fr>.



Fig. 2 Offre aérienne au départ de l'aéroport de Lille-Lesquin en mars 2003

Le premier enseignement de cette carte est de montrer que seule une partie limitée du continent est accessible au départ de Lille en avion. On observe la faible part des vols directs, avec onze destinations sur un total de quarante-sept proposées. De plus, parmi ces onze vols directs un seul dépasse les frontières nationales (vers Madrid). Les autres destinations européennes, vingt-quatre au total, ne sont accessibles qu'avec correspondance. On constate également la faible part des dessertes vers le Nord et l'Est de l'Europe. L'accessibilité aérienne lilloise est donc bien de nature essentiellement nationale.

À partir de ces premiers éléments, il semble intéressant de considérer, sous l'angle de l'accessibilité aérienne, une autre agglomération comparable en taille. C'est ce que nous proposons avec la carte de la Fig. 3 qui montre les vols directs et avec une correspondance au départ de l'aéroport de Lyon à la même date.

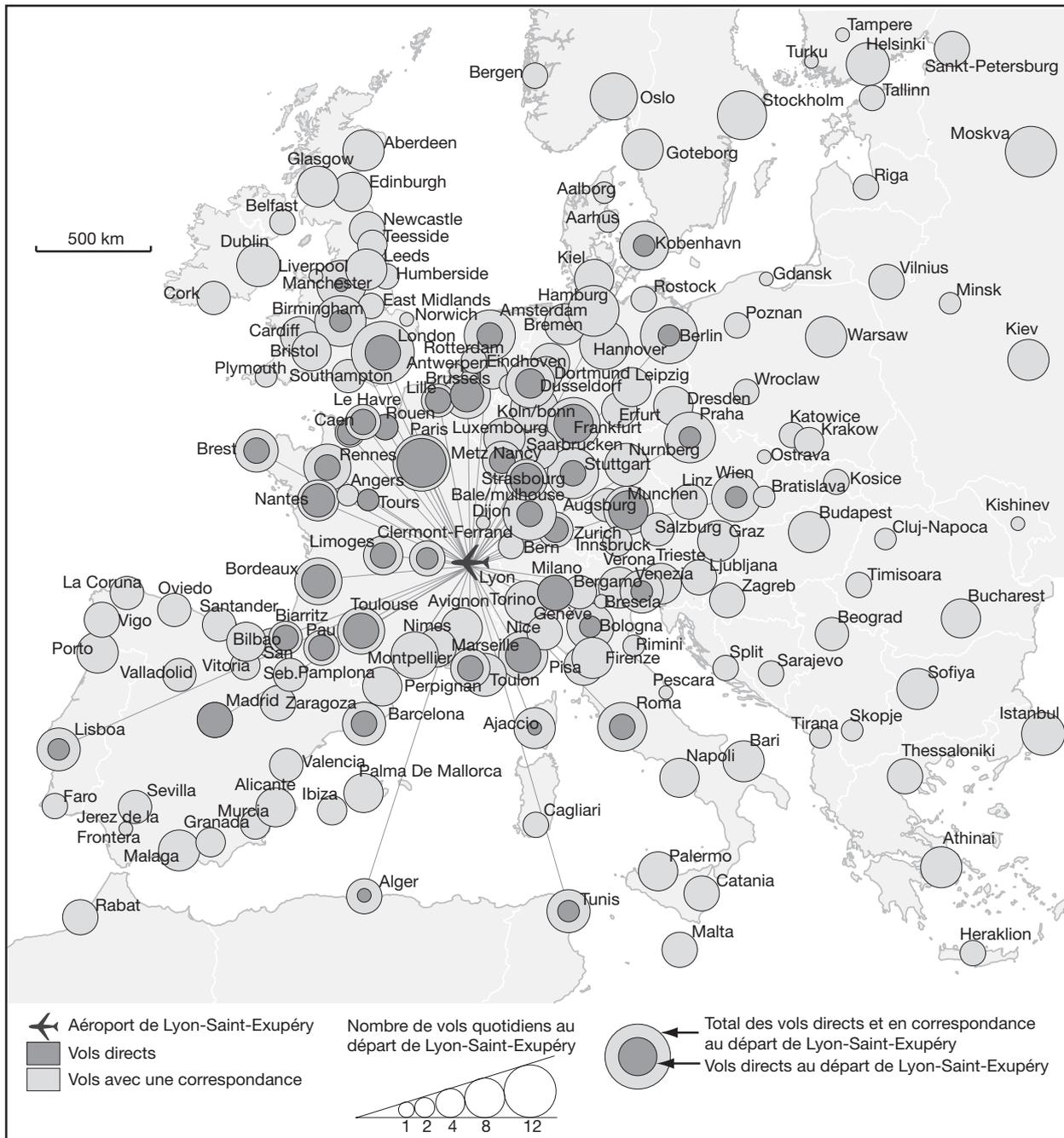


Fig. 3 Offre aérienne au départ de Lyon Saint-Exupéry en mars 2003

Le même indicateur appliqué au départ des deux villes exprime un contraste fort. L'accessibilité aérienne de la métropole lyonnaise apparaît beaucoup plus développée que celle de son homologue lilloise. Non seulement la présence de vols directs est beaucoup plus marquée, mais surtout la relation avec une plate-forme majeure, Roissy-Charles-de-Gaulle donne accès à des correspondances nombreuses et diversifiées, qui permettent d'atteindre toutes les principales destinations européennes.

Face à ces éléments, la question qui se pose alors est de savoir si l'activation de la liaison ferroviaire à grande vitesse est à même de capter une partie significative des opportunités d'accès de la plate-forme de Roissy-Charles-de-Gaulle au profit de la métropole lilloise, pour conférer à celle-ci un niveau d'accessibilité comparable à celui offert par l'aéroport lyonnais.

Comme l'a montré S. Bozzani (2005), la valorisation de l'articulation entre le mode aérien et le train à grande vitesse à Roissy permet de développer fortement l'accessibilité mesurée en nombre de relations en direction des villes européennes. La carte de la Fig. 4 montre les chaînes modales et intermodales mobilisées pour atteindre les villes européennes au départ de Lille. Elle figure :

- les villes accessibles uniquement par une connexion fer-air au départ de Lille via Roissy-Charles-de-Gaulle ; ainsi quarante et une destinations étrangères sont accessibles ;
- les villes accessibles à la fois en avion depuis Lille-Lesquin et via une connexion fer-air à Roissy-Charles-de-Gaulle ; une trentaine de dessertes se trouvent dans ce deuxième cas de figure, parmi lesquelles seulement onze dessertes nationales ;
- les villes accessibles depuis Lille-Lesquin uniquement, soit l'offre aérienne lilloise exclusive qui se compose de treize dessertes nationales.

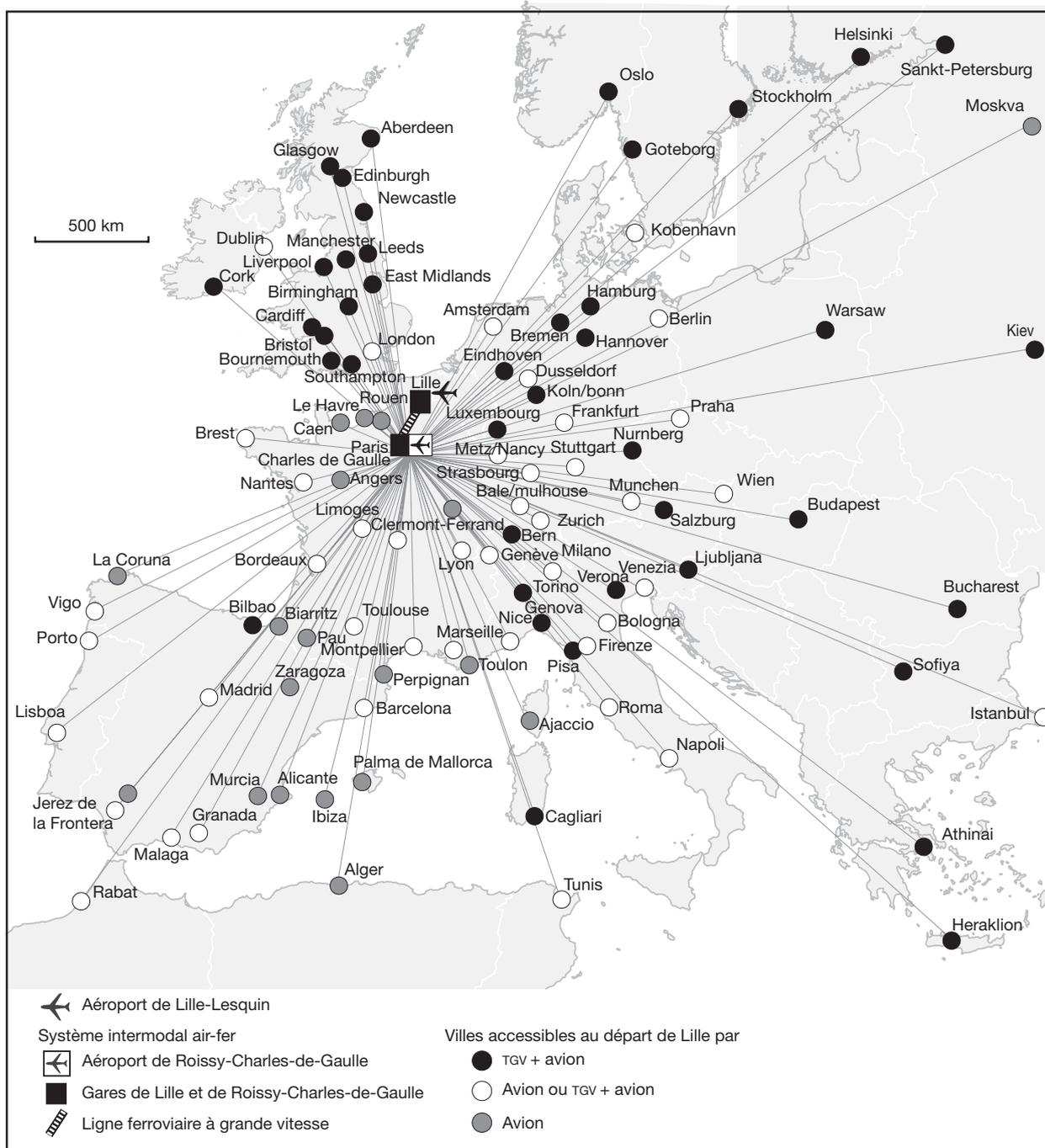


Fig. 4 Carte synthétique des destinations accessibles au départ de Lille en avion ou en TGV

L'effet de l'introduction de l'offre ferroviaire articulée à l'aérien à Roissy-Charles-de-Gaulle consiste d'abord en une extension spatiale de la desserte, qui rend accessibles notamment la Grande-Bretagne et l'Est de l'Europe. Pour autant, l'aéroport de Lesquin conserve sa pertinence pour l'accessibilité lilloise vers un grand nombre de villes françaises. Cela signifie que, dans l'état actuel, l'articulation TGV-avion via Roissy-Charles-de-Gaulle n'est pas totalement substituée à l'offre aérienne lilloise. Chaque configuration modale possède un espace de pertinence propre. Autrement dit, du point de vue lillois, les deux plates-formes aéroportuaires de Roissy et de Lesquin apparaissent comme complémentaires.

Cependant, face à ces résultats très positifs, nous avons voulu savoir si l'augmentation du nombre de villes atteignables au départ de Lille avec l'introduction de l'articulation du TGV à l'aérien à

Roissy-Charles-de-Gaulle ne s'effectuait pas dans des conditions dégradées de performance temporelle par rapport à des relations aériennes pures, ou moins avantageuses que des relations intégralement ferroviaires.

4. Une nouvelle géographie des modes de transport rapides

Pour évaluer la qualité temporelle de chaînes de transport, il est nécessaire de mettre en œuvre des outils de mesure de l'accessibilité. Les indicateurs classiques d'accessibilité, à base de sommes de temps minimaux, produisent des durées de transport peu réalistes quand ils sont appliqués à des réseaux fonctionnant avec des horaires (L'Hostis *et al.*, 2004). Par exemple, dans une chaîne composée de deux relations aériennes en correspondance, la somme des durées des deux vols — complétée par une durée fixe de connexion — produira un chiffre très éloigné de la durée totale réelle du parcours, si le temps de correspondance effectif n'est pas pris en compte. En conséquence, pour appréhender la performance temporelle des relations, nous développons des mesures d'accessibilité horaire qui reposent sur une description de l'intégralité des horaires d'une journée de référence (Baptiste, 2003).

Cette approche implique une prise en compte totale de la chaîne de transport (Chapelon et Bozzani, 2003). Cette chaîne est modélisée dans un graphe représentatif du réseau à l'aide du logiciel MapNod², utilisé et développé à l'INRETS (L'Hostis, 1997) et à l'Université de Montpellier 3, UMR-Espace (Chapelon, 1997). Pour modéliser le réseau de transport nous avons recueilli, d'une part les horaires des vols au départ de l'ensemble des villes sélectionnées et notamment de Roissy-Charles-de-Gaulle et Lille-Lesquin, d'autre part les horaires des TGV qui circulent entre Lille et Roissy-Charles-de-Gaulle. L'objectif est ici de représenter et de simuler l'accessibilité lilloise par le calcul des chemins minimaux horaires à partir d'une heure de départ donnée. La période étudiée correspond à un jour ouvrable de l'hiver 2003. Notons cependant que notre approche repose sur une analyse des modes rapides uniquement, TGV et avion, alors que les relations aériennes au départ de Lesquin sont également concurrencées par le mode ferroviaire classique, que nous avons pourtant choisi de ne pas prendre en compte.

On analyse les trajets suivants pour un départ à 7 h et une arrivée avant 14 h :

- les vols au départ de Lille-Lesquin vers l'ensemble des agglomérations européennes ;
- les TGV directs au départ de Lille Flandres ou Lille Europe vers la France et l'étranger (Grande-Bretagne, Belgique) ;
- les trajets associant un TGV des gares lilloises vers Roissy-Charles-de-Gaulle et une section aérienne composée d'un ou de plusieurs vols.

Notons que les trajets aériens intègrent des durées de correspondance, ainsi que des temps d'accès entre l'aéroport et la ville, tandis que les trajets ferroviaires ne sont pas pénalisés temporellement, dès lors qu'ils desservent les centres-villes. De plus, on ne fixe pas de contrainte sur le nombre de correspondances : c'est la durée totale du déplacement qui est déterminante. Il faut ajouter que nous n'avons retenu que les trajets ferroviaires directs, en excluant les correspondances avec d'autres trains, ceci dans l'idée de comparer entre tous les modes des services de transport de qualité équivalente. Enfin, dans le but de montrer l'apport de l'articulation intermodale, on a privilégié les chaînes monomodales dans le cas d'égalité des heures d'arrivées pour plusieurs chaînes modales. L'indicateur ainsi construit ne met en avant les chaînes TGV-aérien que si elles procurent un gain net d'accessibilité.

² Voir <http://mapnod.free.fr>.

Cette seconde approche introduit des conditions nouvelles si on la compare aux mesures exposées dans la première partie : d'une part, la mesure effectuée se fonde sur le calcul de chemins minimaux horaires et non plus sur la simple comptabilisation des vols (CERT, 2004), d'autre part on fixe une heure de référence au début du calcul. De plus, à la différence de l'information recueillie directement à partir des opérateurs de données horaires, les associations de vols ne sont pas limitées par les accords entre compagnies aériennes. Tout vol peut être associé à n'importe quel autre à la seule condition que l'heure de départ du second soit postérieure à l'heure d'arrivée du premier à laquelle est ajoutée une durée de connexion de 45 min. La différence majeure entre les deux approches est que la première procède essentiellement du recueil d'information tandis que la seconde s'inscrit dans le domaine de la modélisation.

L'objectif est ici de mesurer les durées de transport permises par l'offre intermodale au départ de Lille en TGV et de les comparer à celles des deux offres monomodales avion seul ou TGV direct au départ de Lille.

Sur la carte de la Fig. 5, on compare les durées de transport pour un départ à 7 h (correspondant à l'heure de pointe du matin) de Lille vers l'espace européen en avion seul, en TGV direct, ou par chaînes intermodales associant modes ferroviaire et aérien. Sont indiquées les destinations pour lesquelles le TGV direct est le plus efficace, les destinations mieux desservies par avion au départ de Lesquin, enfin les villes dont l'accès s'effectue préférentiellement par la combinaison modale via la plate-forme de Roissy-Charles-de-Gaulle.



Fig. 5 Accessibilité multimodale lilloise pour un départ à 7 h

L'indicateur de performance temporelle est étroitement corrélé aux résultats obtenus par la comptabilisation du nombre de relations.

Premier enseignement à tirer de la carte, la performance du TGV face à l'avion s'exprime essentiellement sur les destinations accessibles en grande vitesse intégrale. Marseille exceptée, toutes les villes situées sur le réseau des lignes à grande vitesse sont atteintes en TGV direct. Au-delà, plusieurs cas de figures se présentent. Certaines villes dépourvues d'aéroport important sont reliées par des TGV directs prolongeant leur parcours sur voie ferroviaire classique : c'est le cas d'Angers, de Poitiers et aussi de Liège. La connexion vers Londres s'effectuait, en 2003, partiellement en grande vitesse³ ; néanmoins, la courte distance (290 km), alliée à l'absence de liaison aérienne directe, donnait l'avantage à la grande vitesse ferroviaire.

Dans la vallée du Rhône, la situation est plus complexe. Avec pour commencer le cas de Lyon qui, bien que doté d'un aéroport significatif et de relations aériennes directes avec Lille, a la faveur du TGV. Entre ces deux villes la concurrence modale s'exerce à l'avantage du TGV pour le départ à 7 h examiné ici. Au-delà, pour Valence, Avignon, Nîmes, la supériorité du TGV s'exprime face à une offre aérienne faible. La situation est tout à fait différente pour les relations de Lille vers Marseille et Montpellier. Pour cette dernière, un vol direct bien positionné dans la matinée donne l'avantage au mode aérien. Dans le cas marseillais, c'est une articulation TGV-aérien via Roissy-Charles-de-Gaulle qui est la plus performante, comme l'indiquent les heures d'arrivées figurant dans le tableau 1.

Tableau 1 Comparaison de la performance temporelle des chaînes multimodales de Lille à Marseille en 2003 pour un départ à 7 h

Chaîne modale	Heure d'arrivée
avion	13h15
tgv	13h58
TGV-avion via Roissy	12h15

On se trouve ici sur une relation longue de mille kilomètres. Si l'on ne considère que la vitesse, comme l'a fait Pavaux (1991), dans cette gamme de distances, le partage modal devrait être nettement en faveur du mode aérien, avec une vitesse trois fois plus élevée. Or avec quatre vols directs quotidiens en 2003 de Lille vers Marseille, ce niveau optimal de performance n'est atteint qu'à certains moments particuliers au cours de la journée. Le reste du temps, le mode aérien est mobilisé en correspondance, que ce soit avec un autre vol ou avec le TGV. C'est ici la présence d'une fréquence aérienne élevée entre Roissy et Marseille-Marignane, associée à une offre ferroviaire adaptée entre Lille et Roissy, qui donne l'avantage à l'articulation intermodale sur les deux chaînes modales. On constate ici, du point de vue du service de transport, que la vitesse ne suffit pas à permettre des déplacements efficaces. C'est bien la combinaison de la vitesse et de la fréquence qui construit une offre performante. Or, cette efficacité est difficile à produire au départ de l'aéroport lillois à cause de fréquences insuffisantes.

Le deuxième enseignement à extraire de la carte concerne le positionnement du mode aérien seul au départ de Lille-Lesquin. On constate que, malgré la concurrence du fer à grande vitesse seul ou bien associé à l'aérien à Roissy, il existe un espace de pertinence pour l'aéroport lillois. En plus du cas de Montpellier déjà évoqué, un certain nombre de villes, toutes situées en France, sont accessibles préférentiellement par le mode aérien seul : Rennes, Nantes, Brest, Strasbourg, Bordeaux, Biarritz, Perpignan, Toulon et Nice.

³ La première section, entre Ashford et Gravesend, de la ligne à grande vitesse Londres-tunnel a été ouverte en septembre 2003.

Le troisième enseignement que l'on peut tirer de la carte, et certainement le plus important, met en avant la pertinence de l'articulation TGV-aérien à Roissy-Charles-de-Gaulle pour les destinations européennes. Exception faite des prolongements immédiats des lignes ferroviaires à grande vitesse vers le Sud de l'Angleterre et vers la Belgique proche, l'articulation modale est la plus performante pour les liaisons vers l'Europe. Il s'agit là du message principal apporté par cet indicateur d'accessibilité : l'apport de l'articulation TGV-aérien est essentiel pour l'ouverture européenne de la métropole lilloise.

À la question de savoir si la qualité temporelle de l'offre intermodale proposée est de même niveau que l'offre aérienne pure au départ de Lesquin, nous pouvons donc répondre par l'affirmative.

L'indicateur d'accessibilité multimodale propose une nouvelle géographie des modes de transport rapides. Les analyses existantes (Chapelon et Bozzani, 2003), (L'Hostis *et al.*, 2004) retiennent le plus souvent des chaînes de transport monomodales pour mesurer l'accessibilité d'une ville. Intégrer l'intermodalité dans un indicateur multimodal, comme nous le proposons ici, bouleverse la vision issue d'une analyse fondée sur des chaînes monomodales.

L'ouverture de la ligne ferroviaire à grande vitesse a, du point de vue de l'accessibilité lilloise, provoqué un ensemble de conséquences contradictoires (tableau 2).

Tableau 2 Conséquences de l'ouverture de la ligne TGV

Effets négatifs	Effets positifs
Stagnation du développement global de l'aéroport lillois	Ouverture de liaisons rapides et fréquentes vers un ensemble de villes desservies par le réseau des lignes à grande vitesse
Suppression de la liaison aérienne d'alimentation de la plate-forme de Roissy par une concurrence trop forte du TGV	Établissement d'une relation ferroviaire de grande qualité en vitesse et en fréquence avec la plate-forme de Roissy

En mettant ensemble ces effets on observe certes des éléments de compensation, mais aussi des éléments de substitution : la relation ferroviaire à grande vitesse entre Lille et Roissy ne se substitue-t-elle pas à la liaison aérienne qu'elle a contribué à supprimer ?

5. Conclusion

Une métropole est un organisme urbain qui exerce un rayonnement externe. La fonction d'ouverture qui sert de support au rayonnement suppose la maîtrise des modes de transport rapides. Appliqués au cas lillois, les critères métropolitains trouvent leur limite dans l'envergure restreinte à l'aire nationale de l'aéroport de Lille-Lesquin.

La comparaison avec Lyon fournit une preuve supplémentaire de la faiblesse relative de l'ouverture aérienne lilloise. La question posée est de savoir si l'activation de la liaison à grande vitesse vers l'aéroport de Roissy-Charles-de-Gaulle peut être pour Lille, l'occasion de palier l'absence d'un aéroport international et la possibilité de prétendre au rang de métropole.

Nous avons mobilisé des mesures d'accessibilité à l'échelle européenne pour répondre à ce questionnement. Le décompte du nombre de vols quotidiens permet de qualifier les niveaux de desserte aéroportuaires, national pour Lille-Lesquin et international pour Roissy-Charles-de-Gaulle. Mesurée en nombre de relations quotidiennes, l'activation de la liaison ferroviaire à grande vitesse

entre Lille et Roissy-Charles-de-Gaulle permet d'étoffer nettement l'aire de desserte lilloise en direction de l'Europe.

Si le décompte du nombre de relations quotidiennes met en avant l'intérêt de l'articulation modale, nous avons souhaité questionner la qualité spatiotemporelle de l'offre intermodale. On calcule l'accessibilité horaire pour un départ à 7 h de Lille dans trois configurations : monomodale aérienne au départ de Lesquin, intermodale en TGV-avion via Roissy-Charles-de-Gaulle et monomodale ferroviaire directe. Ces mesures confirment l'analyse par le décompte du nombre de relations, en soulignant l'apport décisif pour l'accessibilité lilloise du couple air-fer à grande vitesse via la plateforme de Roissy : de nombreuses destinations européennes deviennent accessibles avec des temps d'accès performants.

Notre contribution s'écarte nettement des résultats obtenus dans l'étude menée par Céline Rozenblat et Patricia Cicille (2003) sur les villes européennes, ainsi que de la vision développée par les acteurs régionaux telle qu'elle apparaît au travers de la sélection d'indicateurs de la CERT (2004). En effet, le rayonnement national ou international d'une ville y est évalué par le trafic passager de l'aéroport attaché à cette agglomération. Pour ces auteurs, le trafic passager de l'aéroport est vu à la fois comme le reflet de ce rayonnement et comme rendant compte de sa fonction de centre d'un *réseau en étoile* et de l'usage des dispositifs multimodaux permettant l'extension de sa zone d'influence. Dans ces conditions, le rayonnement lillois apparaît limité. Au contraire, nos mesures multimodales montrent que le niveau de rayonnement lillois est bien supérieur à celui que permet l'aéroport de Lille-Lesquin seul. Le niveau de rayonnement atteint grâce à la combinaison de l'avion et du TGV, qui permet d'atteindre toutes les grandes agglomérations européennes, est bien celui d'une métropole, équivalent à l'ouverture au départ de Lyon par exemple.

On mesure ici les bénéfices en termes d'accessibilité de l'articulation entre les deux modes rapides, TGV et aérien. Mais on mesure aussi les espaces-temps de pertinence des modes : le TGV reste performant par rapport à l'aérien jusqu'à des distances de l'ordre de mille kilomètres sur des destinations accessibles en grande vitesse intégrale, tandis que l'aéroport de Lille-Lesquin dessert efficacement une série de destinations nationales.

Intégrer l'intermodalité dans un indicateur multimodal, comme nous le proposons ici, bouleverse la vision issue d'une analyse fondée sur des chaînes monomodales. Dans le cas lillois, l'ouverture européenne donnée par le mode aérien seul, additionnée des possibilités offertes par le mode ferroviaire seul, reste insuffisante comparée à celle de métropoles comparables (Lyon, Marseille). C'est l'articulation des modes qui peut conférer à Lille une ouverture digne d'une métropole.

L'analyse de la morphogenèse des réseaux de transport à l'aune de cette nouvelle géographie des modes rapides nous indique une série d'enseignements sur la fonction et le rôle que peut jouer la grande vitesse ferroviaire conjuguée au mode aérien. Au-delà de la dialectique entre concurrence et complémentarité décrite par de nombreux auteurs, nous observons des effets de compensation, ainsi que des éléments de substitution.

Or, pour prendre la mesure des évolutions de l'organisation du système de transport au départ de Lille, il faut prendre en compte les bénéfices de l'articulation — et pas seulement les gains de la juxtaposition — des modes de transport rapides. Dans cet esprit, nous avons montré l'intérêt pour l'accessibilité lilloise de l'association du TGV et de l'avion via la plate-forme de Roissy.

Abridged version

1. Introduction

The conurbation of Lille has an important place in the urban framework of France, occupying a position immediately below Paris in the hierarchy of major regional metropolises. If a metropolis is considered as an urban entity with a global influence, it is important to examine how efficiently long-distance and high speed transport modes operate there.

Lille has an airport but is also connected to the European high speed rail network. The purpose of this paper is to analyze the spatiotemporal performance of air and high speed rail services both separately and in combination with regard to the accessibility of the Lille conurbation.

2. Metropolitan organizations and high speed transport modes: the domination of air transport

As an urban entity, a metropolis is marked by a combination of three dimensions: in addition to its large population, it is home to a large number of varied activities, both economic and cultural, and exerts an influence at global level (Renard, 2000). If we define a metropolis in this way as an urban entity which is involved in the process of global exchange, it is necessary for it to have effective communications.

In globalized space, a metropolis is connected to the other metropolises by high speed transport modes which operate over long distances (Lacour and Puissant, 1999). The spatial organization of a metropolis favours non-hierarchical relations between centres which results in the emergence of *network territories* rather than *zonal territories* (Veltz, 1996). In order to respond to this territorial geographical organization, a metropolis must have a level of accessibility which allows other metropolises to be reached under satisfactory conditions.

Airports play a central role in opening up metropolises internationally. Its speed makes air transport the preferred mode for metropolitan operation. For this reason, analyses of the hierarchy of European cities and the processes of metropolization give air transport a central position. For example, the comparative analysis of the European cities conducted by Rozenblat and Cicille (2003) analyzes the influences of metropolises on the basis of airport traffic and monomodal accessibility measures. Judged by these criteria, Lille pales into insignificance as, when compared to seventy-seven other European cities, it is in the fifth category out of six in terms of traffic and accessibility.

The point of view of regional actors, as it emerges through the indicators published each year by the Cellule économique régionale des transports (CERT), follows the same approach describing the accessibility of Lille on the basis of the direct flights from Lesquin airport and the high speed rail network (CERT, 2004).

The development of high speed rail has profoundly modified Europe's time geography to the extent that it competes directly with air transport on some routes. The tectonics of transport modes is moving towards the coexistence of air and high speed rail transport each of which play a role in improving the global accessibility of metropolises.

While the two modes coexist, their combination is increasingly sought, in particular for environmental reasons: European transport policy (EC, 2001) and even more regional planning policy in community space (CE, 1999), both advocate the development of high speed rail, which should replace air transport as much as possible. The gradual setting up of an alliance between these

two fast modes leads to the creation of genuine intermodal systems (Dobruszkes, 2001). These intermodal systems rely on the different modes complementing each other and create multimodality — by juxtaposition — and intermodality — by the successive use of rail and air transport on the same journey.

The emergence of these *intermodal systems* helps open up the cities they serve. But do the analyses of accessibility which are available in the literature consider all the potential of their combined use? In this context, the work of Menerault and Stransky (1999) provides an approach which we shall explore in this paper.

3. Spatial extension of Lille's accessibility as a result of the combination of high speed rail and air transport

In order to perceive Lille's international influence, we shall consider the accessibility of the major European metropolises from the conurbation. In the framework of an ORATE/ESPON project (Mathis *et al.*, 2004), the authors collected full data on the supply of air transport in the major European cities on the basis of timetables and added the direct TGV services from Lille to this. The database that was created in this way was then processed with the minimum path algorithms given in the MapNod software (see <http://mapnod.free.fr>).

The method used is based on that developed by Menerault and Stransky (1999). Fig. 2 shows air transport supply at Lille-Lesquin airport in March 2003. The map shows the number of direct flights (first order contiguity) and the number of flights with a connection (second order contiguity), to the twenty-five member country European Union and its neighbouring countries. It should be noted that the direct flight indicator is fully consistent with the representation given by the CERT.

The first lesson we can draw from this map is that it shows that only a limited part of the continent is accessible by plane from Lille. The small proportion of direct flights, only one of which goes beyond France's borders (to Madrid) and the small number of cities which are accessible with connections is apparent. Lille's accessibility by air transport is therefore essentially national in nature.

It would appear interesting, with this first data as our starting point, to consider the air accessibility of another conurbation which is of approximately the same size. We have done this by examining the case of Lyon. The map in Fig. 3 shows direct flights and flights with a connection from Lyon airport at the same date.

The air accessibility of the Lyon metropolis seems much better than Lille's. Not only there are many more direct flights, but, above all, the link with the major hub at Roissy-Charles de Gaulle provides access to a large number of varied connections making it possible to reach all major European destinations.

In the light of the above, the question that is raised is whether the high speed rail link is able to capture a significant proportion of the opportunities for access to the Roissy-Charles-de-Gaulle hub from the metropolis of Lille, giving it a level of accessibility which is comparable with that provided by Lyon airport.

The effect of the introduction of rail services that connect with air services at Roissy-Charles-de-Gaulle is shown on the map in Fig. 4 and first of all involves a spatial extension of services providing access, in particular, to Great Britain and the East of Europe. However, Lille-Lesquin airport is still useful for providing access from Lille to a considerable number of French cities. This means that, as things stand at the moment, the high speed rail- air link via Roissy-Charles-de-Gaulle

does not completely replace air services from Lille. In other words, from Lille's point of view, the two airports of Charles-de-Gaulle and Lille-Lesquin are complementary.

In the light of these very positive findings, we nevertheless wished to see if the increase in the number of cities which are accessible from Lille with the introduction of rail-air link to Roissy-Charles-de-Gaulle does not occur at the cost of poorer temporal performance compared with pure air links or pure rail links.

4. A new geography for fast transport modes

In order to assess the temporal quality of transport chains, it is necessary to use tools that measure accessibility. The classical indicators of accessibility, which are based on summing minimum times, produce transport durations which are unrealistic for networks which operate with timetables (L'Hostis et al., 2004). Consequently, in order to measure the temporal performance of links, accessibility measurements have been developed which are based on a description of the times of all the services in a reference day (Baptiste, 2003).

This approach requires the entire transport chain to be considered (Chapelon and Bozzani, 2003). This chain is modelled in a graph which represents the network using the MapNod software used and developed at INRETS by L'Hostis (1997) and at the University of Montpellier III, UMR-Espace by Chapelon (1997). In order to model the transport network, the flight times from all the selected cities were collected as well as the TGV times for the services between Lille and Roissy-Charles-de-Gaulle. The study period consisted of a working day in the winter of 2003. It should however be noted that this approach is based on an analysis of fast modes only (the TGV and the plane). It should not be forgotten that conventional rail services also compete with air services from Lille-Lesquin airport but we chose not to consider them.

The following journeys were considered with a starting time of 7 a.m. and an arrival time before 2 p.m.:

- flights from Lille-Lesquin airport to all European conurbations;
- direct TGVs from Lille-Flandres or Lille-Europe stations to destinations in France and abroad;
- journeys combining a TGV leg from one of the stations in Lille to Roissy-Charles-de-Gaulle with an air leg consisting of one or more flights.

It should be noted that the air journeys include connection times and access times from the airport and the city, and no time is added rail journeys when they serve city centres. In addition, no constraint has been imposed on the number of connections: it is the total duration of the journey which is decisive. Another important factor is that only direct rail links have been considered, connections to other trains were excluded in order to compare transport services of a similar quality provided by all the modes. Last, as the aim was to show if the intermodal link provided any advantage, monomodal transport chains have been favoured in the case where the arrival times for several modal chains are the same: the indicator constructed in this way only gives the advantage to TGV-air transport chains if they provide a clear accessibility gain.

This second approach introduces new conditions in comparison with the measurements described in the first section: firstly, measurement is performed by calculating minimum time paths and not by simply counting the number of flights (CERT, 2004); secondly, a reference time is applied for the start of the calculation. The main difference between these two approaches is that the first is primarily based on information collection and the second involves a modelling process.

The aim in this context is to measure the journey times provided by intermodal services leaving Lille by TGV and compare them with those provided by monomodal services by air on its own or direct TGV from Lille. The comparison between the durations of the two mode combinations with a departure at 7 a.m. from Lille, which is the morning rush hour, is shown on the map in Fig. 5.

This map compares the journey times for a departure at 7 a.m. from Lille towards European destinations by plane on its own, by direct TGV or by intermodal chains which involve both rail and air modes. A distinction is made between those destinations for which the direct TGV is the most efficient, those destinations which are best served by plane from Lille-Lesquin and those cities for which the best access is provided by a combination of modes via the Roissy-Charles-de-Gaulle hub.

The temporal performance indicator correlates closely with the results obtained by counting the number of services.

The first thing to emerge from this map is that the TGV's advantage in relation to the plane is mainly apparent for destinations where journeys are at high speed throughout. With the exception of Marseille, all the cities on the high-speed rail network are reachable by direct TGV. Beyond this, there are several different situations. Some cities without a large airport are connected by direct TGV services which extend the journey on conventional rail: this is the case of Angers, Poitiers and Liège. In 2003, the link to London was partly at high speed; nevertheless, the short distance (290 km) and the lack of direct air link puts the high-speed rail at an advantage.

The situation is more complex in the Rhône Valley. To begin with, although Lyon has a large airport and direct air links with Lille, it also benefits from a TGV service. Between these two cities, modal competition is to the advantage of the TGV for the 7 a.m. departure considered here. For longer journeys, for example to Valence, Avignon and Nîmes, the TGV has the advantage due to poor air services. The position is quite different for links between Lille and Marseille and Montpellier. For the latter, a direct flight, at a convenient time in the morning, puts air transport at an advantage. In the case of Marseille, the TGV-air link at Roissy-Charles-de-Gaulle is the most efficient, as witnessed by the arrival times given in Table 1.

This is a long journey of a thousand kilometres. If only speed is considered, as was done by Pavoux (1991), in this distance range, the modal advantage is very much in favour of air as it is three times faster. In this case it is the presence of a high frequency air service between Roissy-Charles-de-Gaulle and Marseille-Marignane airports, combined with appropriate rail services between Lille and Roissy-Charles-de-Gaulle which give the advantage to the combination of the two modes. As we can see here, from the point of view of transport service, it is a combination of speed and frequency which provides a high performance service. However, it is difficult to obtain this efficiency from Lille airport because of insufficient frequencies.

The second lesson to be drawn from the map in Fig. 5 involves the positioning of air transport on its own from Lille-Lesquin airport. It can be seen that there is a useful role for Lille airport. In addition to the case of Montpellier which has already been mentioned, a number of cities, mostly in France, are better accessed by air transport on its own.

The third lesson that can be drawn from the map is certainly the most important and highlights the value of the TGV-air link at Roissy-Charles-de-Gaulle for European destinations. Apart from the close extensions of the high speed rail lines to the South of England and nearby areas of Belgium, the combination of modes is the most effective for journeys to European destinations. This is the main finding that emerges from this accessibility indicator: the TGV-air link is essential for access to Europe from the metropolis of Lille.

The temporal quality of the intermodal supply available is at the same level as the pure air supply from Lesquin.

The multimodal accessibility indicator provides a new geography for fast transport modes, as most of the existing analyses (Chapelon and Bozzani, 2003), (L'Hostis *et al.*, 2004) use monomodal transport chains to measure a city's accessibility. Including intermodality in a multimodal indicator, as we have done here, provides a completely different picture from an analysis based on monomodal chains. In the case of Lille, the access to destinations in Europe provided by air transport on its own in addition to the possibilities provided by the rail mode on its own are insufficient in comparison with the access available in comparable metropolises (such as Lyon or Marseille). It is the combination of modes which can provide Lille with transportation possibilities which are worthy of a metropolis.

The opening of the high speed rail line has made a number of contradictory modifications to Lille's accessibility.

- Negative effects: the general development of Lille airport has been stifled; the air link to Roissy-Charles de Gaulle no longer exists due to excessively strong competition from the TGV.
- Positive effects: the creation of fast and frequent services to cities which are served by the high speed rail network; setting up of high speed and high frequency rail services to Roissy-Charles-de-Gaulle.

If these effects are considered together, a complex situation of compensation and substitution is apparent: the high speed rail link between Lille and Roissy appears to take the place of the air service which it helped to abolish.

5. Conclusion

A metropolis is an urban entity which exerts an external influence. The accessibility on which this influence depends requires efficient high speed transport services. As a metropolis, Lille is limited by the fact that Lille-Lesquin airport offers only domestic services.

The comparison with Lyon provides additional proof of Lille's relatively poor air accessibility. The question is raised as to whether the creation of high speed rail link to Roissy-Charles-de-Gaulle airport may provide Lille with an opportunity to make up for the lack of an international airport and join the ranks of the metropolises.

We have used European-wide accessibility measures. The number of daily flights has been counted and used to describe the level of services at the airports, at national level for Lille-Lesquin and international level for Roissy-Charles-de-Gaulle. When measured in terms of the number of daily services, the creation of a high speed rail link between Lille and Roissy-Charles-de-Gaulle considerably improves air services to Europe from Lille.

While counting the number of daily services emphasizes the benefits of links between the modes, we also wished to examine the spatiotemporal quality of intermodal transport supply. To this end, accessibility on the basis of timetable for a departure from Lille at 7 a.m. has been calculated for three situations: monomodal air transport from Lille-Lesquin airport, intermodal TGV-air transport via Roissy-Charles-de-Gaulle and monomodal direct rail transport. These measurements confirm the findings based on the count of the number of links, emphasizing the decisive influence of the

air-high speed rail combination via Roissy-Charles-de-Gaulle for Lille's accessibility: many European destinations become accessible with competitive journey times.

Our findings clearly differ from those of Cicille and Rozenblat's study (2003) of European cities, as well as from the views expressed by regional actors as evidenced by the indicators selected by the CERT (2004). In this above research, the national or international influence of a city is assessed on the basis of the passenger traffic passing through its airport. In these studies, the airport's passenger traffic is seen both as reflecting the city's influence and expressing its function as the centre of a *hub-and-spokes network* and the use of multimodal systems that allow the extension of its zone of influence. Looked at in this way, Lille's influence seems limited. However, our multimodal measures show that Lille's level of influence is far greater than that of Lille-Lesquin airport on its own. The level of influence obtained by the combination of the plane and the TGV which makes it possible to reach all the major European conurbations corresponds to that of the metropolis and is equivalent, for example, to accessibility from Lyon.

Références

Baptiste, H., 2003. Graphes et Réseaux, Modélisation mult niveau, In : Mathis, P. (ed), Détermination des chemins optimaux dans un graphe temporisé, chapitre 3. Lavoisier, Paris, 93-112.

Bozzani, S., 2005. L'intermodalité air-fer à grande vitesse au service du rayonnement métropolitain, Étude de l'articulation modale à l'aéroport de Roissy-Charles-de-Gaulle au départ de Lille. Les Cahiers Scientifiques du Transport 47: 61-88.

Bunge, W., 1966. Theoretical geography, Lund Sweden, C.W.K. Gleerup.

CERT, 2004. Sélection d'indicateurs du transport 2003. Cellule économique régionale des transports, Région Nord-Pas-de-Calais. <http://www.cr-npdc.fr/sit/intro.htm>.

Chapelon, L., 1997. Offre de transport et aménagement du territoire, Évaluation spatio-temporelle de l'offre de transport par modélisation multi-échelles des systèmes de transport. Aménagement de l'espace et Urbanisme, 550.

Chapelon, L., Bozzani, S., 2003. L'Intermodalité air-fer en France, Une méthode d'analyse spatiale et temporelle. L'Espace Géographique 321: 60-76.

CE, 2001. Livre blanc, La politique européenne des transports à l'horizon 2010 : l'heure des choix. Rapport de la Commission des Communautés européennes, Luxembourg.

DATAR, 2002. Aménager la France de 2020, Mettre les territoires en mouvement. La Documentation Française, Paris.

Dobruszkes, F., 2001. Multimodalité TGV-avion : considérations sur le cas de Bruxelles. Belgéo, 4, 335-349.

EC, 1999. European Spatial Development Perspective: Towards Balanced and Sustainable Development of the Territory of the European Union. Report of the European Commission, Luxembourg.

Lacour, C. , Puissant, S., 1999. La Métropolisation : Croissance, Diversité, Fractures. Anthropos, Paris.

L'Hostis, A., 1997. Images de synthèse pour l'aménagement du territoire, La déformation de l'espace par les réseaux de transport rapide. Aménagement de l'espace et Urbanisme, 500.

L'Hostis, A., Menerault, P., Decoupigny, C., 2004. Assessing Spatial Planning Policy with Accessibility Indicators: The case of Lille's Metropolis scenario, In: Beuthe, M. , Himanen, V. , Reggiani, A., Berlin, Z. L. (eds), Transport Developments and Innovations in an Evolving World. Springer, 293-312.

Mathis, P.E. Bock, E., 2004. Transport services and networks: territorial trends and basic supply of infrastructure for territorial cohesion. ESPON, Luxembourg, 478.

Menerault, P., Stransky, V., 1999. La Face cachée de l'intermodalité, Essai de représentation appliquée au couple TGV-air dans la desserte de Lille. Les Cahiers Scientifiques du Transport, 35, 29-53.

Pavaux, J., 1991. Les complémentarités train-avion en Europe. SETEC, Paris.

Pumain, D., Saint-Julien, T., 1997. L'analyse spatiale, Localisation dans l'espace. Armand Colin, Paris.

Renard, J., 2000. Nantes, métropole inachevée ? L'Information Géographique, 2, 117-133.

Rozenblat, C., Cicille, P., 2003. Les villes européennes, analyse comparative. DATAR, Paris.

Troin, J.-F., 1995. Rail et aménagement du territoire, Des héritages aux nouveaux défis. EPISUD, Aix-en-Provence, France.

Veltz, P. 1996. Mondialisation, Villes et Territoires. PUF, Paris.