Université Lille Nord de France
Université des Sciences et Technologies de Lille 1

Ecole doctorale des Sciences Economiques et Sociales, de l'Aménagement et du Management

Thèse de Doctorat

Disciplines : Géographie et Aménagement

MODÉLISATION DES RÉSEAUX DE TRANSPORTS COLLECTIFS MÉTROPOLITAINS POUR UNE STRUCTURATION DES TERRITOIRES PAR LES RÉSEAUX

Applications aux régions Nord-Pas-de-Calais et Provence-Alpes-Côte d'Azur

présentée par

Alexis CONESA

soutenue à Villeneuve-d'Ascq, le 11 Mars 2010, devant le jury composé de :

M. Laurent CHAPELON, Professeur à l'Université de Montpellier III, *Rapporteur*
M. Gabriel DUPUY, Professeur à l'Université de Paris I, *Rapporteur*
M. Alain L'HOSTIS, Chargé de Recherches à l'INRETS, *Co-directeur de thèse*
M. Didier PARIS, Professeur à l'Université de Lille I, *Directeur de thèse*
M. Franck SCHERRER, Professeur à l'Université de Lyon II, *Président du Jury*
Mme Christine VOIRON-CANICIO, Professeur à l'Université de Nice-Sophia Antipolis, *Co-directeur de thèse*

RÉSUMÉ

On considère la métropolisation comme un ensemble de processus, qui, depuis les années 1980, bouleversent les rapports des sociétés à leurs territoires. En particulier, ces changements ont réinterrogé le rôle du transport comme outil d'aménagement du territoire. Les réseaux de transport présentent ainsi des aptitudes à structurer les territoires métropolitains, en permettant un fonctionnement des lieux en interaction et une appropriation de la part des individus et des sociétés qui les gèrent et les utilisent.

L'objectif de cette recherche est de construire un outil d'aide à la décision en aménagement du territoire et politique des transports qui puisse rendre compte du potentiel que les réseaux de transports offrent à la structuration du territoire métropolitain. Dans l'esprit de proposer une alternative au tout-automobile, le travail se concentre sur les réseaux de transport collectif.

Concrètement, une démarche modélisatrice est menée et mobilise les notions d'accessibilité et de capillarité, qui font l'objet de mesures chiffrées. Ces indicateurs peuvent informer les décideurs sur les qualités des réseaux de transport étudiés. L'application est menée sur les réseaux de transport collectifs des régions Nord-Pas-de-Calais et Provence-Alpes-Côte d'Azur. Les analyses mettent en relief certains dysfonctionnements, c'est pour y remédier que des projets d'aménagement en matière de transport ont été simulés dans chacune des régions.

Les résultats montrent comment les réseaux de transport collectif peuvent favoriser une construction métropolitaine, mais aussi leurs limites. En effet, la thèse plaide pour une conception coordonnée des politiques de transport et d'aménagement.

MOTS-CLÉS

Réseau - Transport - Aménagement du Territoire - Structuration - Région Métropolitaine - Analyse spatiotemporelle - Accessibilité - Capillarité - Horaires - Théorie des graphes

ABSTRACT

Metropolisation is considered as a set of processes, which revolutionize, since the 1980s, interactions between societies and their territories. In particular, these changes have re-examined the role of transport as a tool for land planning. Thus, transport networks display the ability to structure the metropolitan areas. They permit functionning by interactions between places and also appropriation from individuals and social groups that manage and use networks.

The aim of this research is to build a tool for decision support in planning and transport policy that can show the potential of transport networks to provide the structure of the metropolitan area. In the spirit of offering an alternative to "car only" policies, this work focuses on mass transit.

Specifically, a modeling approach is conducted and mobilizes the concepts of accessibility and capillary, which are the subject of measurements. These indicators can inform policymakers about the qualities of transport networks studied. The application is conducted on the transportation networks of Nord-Pas-de-Calais and Provence-Alpes-Cote d'Azur regions. The analysis highlights some misses, and to address that development projects in transport were simulated in each region.

The results show how mass transit networks can promote metropolitan construction, but also their limits. Indeed, this thesis argues for a coordination of transport policy and land planning.

KEY WORDS

Network - Transport - Land Planning - Structuring - City-Region - Space-Time Analysis - Accessibility - Capillarity - Schedule - Graph Theory

« *Le chemin de fer fut l'épine dorsale,*
le ciment des dynamiques urbaines du
XIXe siècle, il le redeviendra au XXIe. »

Jean Gottmann, retranscription orale par Jacques Charlier
d'une conversation ayant eu lieu…dans un train.

Remerciements

Au-delà de l'exercice académique, je considère la thèse comme une expérience, une aventure, voire un parcours initiatique. Comme dans toutes les bonnes histoires populaires, on peut y lire une métaphore du passage de l'enfance ou de l'adolescence à l'âge adulte. Et comme dans toutes les bonnes histoires populaires, le héros ne peut mener à bien sa quête sans l'aide de personnages clés. Je tiens ainsi à remercier tous ceux sans qui ce travail n'aurait pu être mené à son terme et qui ont contribué plus ou moins directement à sa réalisation.

En premier lieu je remercie celui qui m'a suivi le plus assidûment durant ces quatre années, pour son encadrement et parce qu'il m'a toujours invité à rester « sobre », **M. Alain L'Hostis**. Pour m'avoir aiguillé vers la recherche et donné l'idée de faire une thèse, ainsi que pour son support, je remercie **M. Fabrice Decoupigny**. Pour leurs conseils avisés et leur grande efficacité dans les moments décisifs, je remercie mes directeurs **M. Didier Paris** et **Mme Christine Voiron-Canicio**.
Je remercie aussi avec beaucoup de respect **MM. Laurent Chapelon, Gabriel Dupuy et Franck Scherrer** d'avoir accepté de faire partie de mon jury et de l'intérêt qu'ils ont porté à mon travail.

Ayant un parcours multisite, j'ai eu la chance de côtoyer beaucoup de personnes qui m'ont enrichi dans ma maturation scientifique et humaine.

À Lille, je voudrais remercier **l'ensemble de l'équipe de l'INRETS Villeneuve d'Ascq** dirigée par **M. Guy Joignaux**, qui m'ont donné d'excellentes conditions de travail. Je remercie chaleureusement les « MapNodiens » : **Sandra Bozzani-Franc**, qui m'a accueilli professionnellement et humainement dans le Nord, **Thomas Leysens**, ainsi que ma première collègue de travail et amie lilloise, **Charlotte Baurin**. De la même manière, j'ai une pensée amicale pour tous ceux qui ont partagé mon espace de travail, en particulier **Cyprien Richer**. Je remercie aussi les chercheurs, notamment **M. Philippe Menerault** pour ses conseils et pour avoir facilité mon intégration, le personnel et le très sympathique service technique.

Je voudrais aussi remercier **l'ensemble de l'UFR de Géographie et d'Aménagement de Lille 1** : les enseignants, les doctorants et les très intéressants ingénieurs d'études (**Olivier Ninot**, **Claire Jusseau** et **Loïc Commagnac**, dans l'ordre chronologique).

À Marne-la-Vallée, je remercie **l'ensemble du laboratoire LVMT** dirigé par **M. Jean Laterrasse**, les chercheurs, les doctorants et les secrétaires et gestionnaires.

À Nice, je remercie tous ceux qui ont permis le bon déroulement de mes deux années d'ATER, **l'ensemble du laboratoire UMR ESPACE et de l'UFR Espaces et Cultures** dirigé par **M. Dennis Fox**: enseignants, chercheurs, ingénieurs, gestionnaires et toute l'équipe des doctorants pour leur amitié et leur soutien sans faille, en particulier **ma relectrice en chef**.

Les différents laboratoires d'accueil ont eu un rôle prépondérant dans la préparation de la thèse. Il faut de plus signaler le rôle des séminaires réguliers qui parfois complètent les réunions d'encadrement tout en permettant d'acquérir une visibilité et d'échanger avec un plus large panel de personnalités. Je citerais à cet effet **le SEDER** mené par **M. Claude Lacour**, **la PFI « Territoires locaux »** portée successivement par **M. Dominique Fleury** et **M. Joël Yerpez** et enfin **les Journées de Géographie des Transports** organisées par **M. Jean Varlet** avec l'aide de **Mme Marie-Agnès Lanneaux**.

Enfin, dans la sphère privée, je tiens à remercier l'ensemble de ceux qui m'ont directement ou non apporté leur soutien : ma famille, mes amis et mon chat.

À Sophie

SOMMAIRE

SOMMAIRE 7

INTRODUCTION GÉNÉRALE 13

PREMIÈRE PARTIE : RÉSEAUX DE TRANSPORT ET TERRITOIRES MÉTROPOLITAINS : LA VOIE DE LA STRUCTURATION 21

DEUXIÈME PARTIE : MÉTHODES ET OUTILS 143

TROISIÈME PARTIE : LES CARACTÉRISTIQUES DES RÉSEAUX DE TRANSPORT COLLECTIF EN NORD-PAS-DE-CALAIS ET EN PACA : ANALYSE ET PROSPECTIVE 305

CONCLUSION GÉNÉRALE 453

BIBLIOGRAPHIE 465

Table des matières 491

TABLE DES SIGLES ET DES ACRONYMES

Dans cette section figurent l'ensemble des sigles utilisés dans le texte ainsi que dans la bibliographie, qu'il s'agisse d'organismes, de revues ou encore d'indicateurs.

-AAM: Archives d'Architecture Moderne.
-ACTV : Azienda del Consorzio Trasporti Veneziano (Entreprise du Consortium des Transports de Venise).
-ATVO : Azienda Trasporti Veneto Orientale (Entreprise des Transports de la Vénétie Orientale).
-ADEME : Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie.
-AgAM : A**g**ence d'urbanisme de l'Agglomération Marseillaise.
-AGUR : AGence d'URbanisme et de développement de la région flandres-dunkerque.
-AOT : Autorité Organisatrice de Transport.
-ASRDLF : Association de Science Régionale De Langue Française.
-AUPA: Agence d'Urbanisme du Pays d'Aix.
-BAL: Block Automatique Lumineux.
-BART : Bay Area Rapid Transit (Réseau de transport Express de la Baie de San Francisco).
-BTP : Bâtiment Travaux Publics.
-CA : Communauté d'Agglomération.
CADAM : Cité Administrative des Alpes Maritimes.
-CAPAP : Communauté d'Agglomération Pôle d'Azur Provence.
-CARF : Communauté d'Agglomération Riviera Française.
-CASA : Communauté d'Agglomération de Sophia Antipolis.
-CATMOG : Concepts And Techniques in MOdern Geography (Concepts et Techniques dans la Géographie Moderne).
-CCE : Comité Central d'Entreprise.
-CCI : Chambre de Commerce et d'Industrie.
-CEESE : Centre d'Etudes Economiques et Sociales de l'Environnement.
-CEMT : Conférence Européenne des Ministres des Transports.
-CESA : Centre d'Etudes Supérieures d'Aménagement.
-CETE : Centre d'Etudes Technique de l'Equipement.
-CERAS : CEntre de Recherche et d'Action Sociale.
-CERTU : Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques.
-CG : Conseil Général
-CH : Centre Hospitalier.
-CHR : Centre Hospitalier Régional.
CIEU : Centre Interdisciplinaire d'Etudes Urbaines.
-CIRUS : Centre Interdisciplinaire de Recherches Urbaines et Sociologiques.
-CNED : Centre National d'Enseignement à Distance.
-CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique.
-COPIT : COnférence Permanente Intercommunale Transfrontalière.
-CPA : Communauté d'Agglomération du Pays d'Aix.
-CPER : Contrat de Plan Etat-Région.
-CRAPO : Conception des Réseaux Assistée Par Ordinateur.
-CRDT : Centre de Recherche sur le Développement Territorial.
-CREDOC : Centre de Recherche pour l'EtuDe et l'Observation des Conditions de vie.
-CRIGE-PACA : Centre Régional de l'Information GEographique en Provence-Alpes-Côte d'Azur.
-CRISES : Centre de Recherche sur les Innovations Sociales dans l'économie sociale, les Entreprises et les Syndicats.
-CRPM : Conférence des Régions Périphériques Maritimes.
-CU : Communauté Urbaine.

-CUNCA : Communauté Urbaine Nice Côte d'Azur.
-DATAR : Délégation à l'Aménagement du Territoire et à l'Action Régionale.
-DDE: Direction Départementale de l'Equipement.
-DEGEST : DEveloppement, homme, travail, GESTion
-DGUHC : Direction Générale de l'Urbanisme, de l'Habitat et de la Construction.
-DIACT : Délégation Interministérielle à l'Aménagement et à la Compétitivité des Territoires.
-DO : Densité d'Opportunités de desserte.
-DTA : Directive Territoriale d'Aménagement.
-DRAST : Direction de la Recherche et des Affaires Scientifiques et Techniques.
-DRE: Direction Régionale de l'Equipement.
-ECPR : European Consortium for Political Research (Consortium Européen de la Recherche Politique).
-EMS : Emplois Métropolitains Supérieurs.
-ENPC : Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.
-ESPACE : Etude des Structures, des Processus d'Adaptation et des Changements de l'Espace.
-EPU : Ecole Polytechnique Universitaire.
-ESDP : European Spatial Development Perspective = SDEC.
-ESPON : European Spatial Planning Observation Network = ORATE.
-EURE : revista latinoamericana de Estudios Urbanos REgionales (Revue Latinoaméricaine d'Etudes Urbaines Régionales).
-F : indicateur de desserte des Fonctions territoriales.
-FHA : Federal Housing Administration (Ministère du Logement).
-FIFO : First In First Out (Premier parti premier arrive).
-FIG : Festival International de Géographie.
-FNAU : Fédération Nationale des Agences d'Urbanisme.
-FNAUT : Fédération Nationale des Associations des Usagers du Transport.
-FRED : Fréquentations et Déplacements.
-FUA : Functional Urban Areas (Aires Urbaines Fonctionnelles).
-GART : Groupement des Autorités Responsables de Transport.
-GDR : Groupe De Recherche.
-GHB : Communauté d'Agglomération de Garlaban-Huveaune-Sainte-Baume.
-GIP : Groupement d'Intérêt Public.
-GIR Maralpin : Groupe Interdisciplinaire de Réflexion sur les traversées sud-alpines et l'aménagement du territoire Maralpin.
-GRIDEQ : Groupe de Recherche Interdisciplinaire De l'Est du Québec.
-GRRT : Groupement Régional npdc pour la Recherche dans les Transports.
-GV : Grande Vitesse.
-HLM : Habitat à Loyer Modéré.
-HP : Heure de Pointe.
-HR : Hôtel de Région.
-I : indice d'Irrigation.
-IAAT : Institut Atlantique d'Aménagement du Territoire.
-IAURIF : Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Ile-de-France.
-IEEE : Institute of Electrical and Electronics Engineers (Institut des Ingénieurs en Electrique et Electronique).
-IGAT : Information Géographique et Aménagement du Territoire .
-IGN : Institut Géographique National.
-ILS : Institut für Landes und Städtenwicklungsforschung GmbH.
-INRETS : Institut National de REcherche sur les Transports et leur Sécurité.
-INSEE : Institut National de la Statistique et des Études Économiques.
-IPRAUS: Institut Parisien de Recherche: Architecture, Urbanisme, Société.
-ITER : International Thermonuclear Experimental Reactor (Réacteur Expérimental Thermonucléaire International).
-K : indicateur du nombre de place des parKings.
-LEA : Ligne de l'Est de l'Agglomération lyonnaise.

-LER : Ligne Express Régionale.
-LESLYS : Liaison EspresS LYon - Saint-exupéry.
-LET : Laboratoire d'Economie des Transports.
-LGV : Ligne à Grande Vitesse.
-LIANE : LIgne A Niveau Elevé de service.
-LMCU : Lille Métropole Communauté Urbaine.
-LOADT : Loi d'Orientation sur l'Aménagement Du Territoire.
-LOTI : Loi d'Orientation sur les Transports Intérieurs.
-LOV : Loi d'Orientation pour la Ville.
-LVMT : Laboratoire Ville, Mobilité, Transport
-MATISSE : Modèle d'Analyse du Transport Interrégional pour des Scénarios de Services en Europe.
-MDS : Métropoles du Sud.
-MEGA : Metropolitan European Growth Area (Aire de croissance métropolitaine européenne)
-MIN: Marché d'Intérêt National.
-MOSIM : international conference on MOdelling and SIMulation (Conférence Internationale de Modélisation et de Simulation).
-MPM: Marseille Provence Métropole.
-N: indicateur de desserte des Nodosités territoriales.
-NECTAR: Network on European Communications and Transport Activities Research (Réseau de Recherche sur les Communications et les Transports en Europe).
-NGWS: Northern Way Growth Strategy (Stratégie de Croissance du Nord).
-NIMBY : Not In My BackYard (Pas dans mon arrière-cours).
-NPdC : Nord Pas de Calais.
-NPC : Nord Pas de Calais.
-O : Opportunités de desserte.
-O-Bahn : Omnibus-Bahn.
-OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Economiques.
-ODPM : Office of the Deputy Prime Minister of united kingdom (Bureau du Premier Ministre du Royaume-Uni).
-ONU : Organisation des Nations Unies.
-ORATE : Observatoire en Réseau de l'Aménagement des Territoires Européens = ESPON.
-OREAM : Organisme Régional d'Etudes et d'Aménagement des Aires Métropolitaines.
-PACA : Provence-Alpes-Côte d'Azur .
-PDF : Portable Document Format (Format de Document Portable).
-PDU : Plan de Déplacements Urbains.
-PIB Produit Intérieur Brut.
-PIR villes : Programme Interdisciplinaire de Recherches du cnrs sur la ville.
-PLU : Plan Local d'Urbanisme.
-PMR : Personnes à Mobilité Réduite.
-PNAS : Proceedings of the National Academy of Sciences (Actes de l'Académie Nationale des Sciences).
-PPUR: Presses Polytechniques Universitaires Romandes.
-PREDIT : Programme national de REcherche et D'Innovation dans les Transports Terrestres.
-PTU : Périmètre de Transport Urbain.
-PUCA : Plan Urbanisme Construction Architecture.
-PUF : Presses Universitaires de France.
-PUR : Polycentric Urban Region (Région Urbaine Polycentrique).
-PUSH : Potential Urban Strategic Horizon (Région Urbaine au Potentiel Stratégique).
-R: indice de connectivité en transpoRt en commun.
-RATP : Régie Autonome des Transports Parisiens.
-RDA : Regional Development Agency (Agence de Développement Régional).
-RER : Réseau Express Régional.
-RESAD : RESeaux, Accessibilité, Déplacements.
-RETA : Réseau des Economistes Transport et Aménagement.

-RIVM : RijksInstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
-RFF : Réseau Ferré de France.
-RTE-T : Réseau de Transport Trans-Européen.
-RTS : Recherche Transports Sécurité.
-S-Bahn : StadtschnellBahn (Réseau Express Urbain).
-SAGEO : Spatial Analysis and GEOmatics (Analyse Spatiale et Géomatique).
-SANNOEB : Syndicat d'Agglomération Nouvelle Nord-Ouest de l'Etang de Berre.
-SARDO : Service d'ARchive et de DOcumentation de la sncf.
-SASI : Socio-economic And Spatial Impacts of trans-european transport networks (Impacts Socio-économiques et Spatiaux des Réseaux de Transport Trans-Européens).
-SCOT : Schéma de Cohérence Territoriale.
-SDEC : Schéma Directeur de l'Espace Communautaire européen.
-SDRIF : Schéma Directeur Régional d'Ile-de-France.
-SESAME : Séminaire d'Etude et de Statistiques Appliquées à la Modélisation en Economie.
-SETRA : Service d'Etude sur les Transports, les Routes et leur Aménagement.
-SIG : Système d'Information Géographique.
-SIRC : Spatial Information Research Center
-SITURV : Syndicat Intercommunal pour les Transports Urbains de la Région de Valenciennes.
-SMA : Système Multi-Agents.
-SMCO : Syndicat Mixte de la Côte d'Opale.
-SMIRT : Syndicat Mixte Intermodal Régional de Transports.
-SNCF : Société Nationale des Chemins de Fer français.
-SOU : Statens Offentliga Utredningar
-SRADT : Schéma Régional d'Aménagement et de Développement du Territoire.
-SRT : Schéma Régional des Transports.
-SRU : loi du 13 décembre 2000, relative à la Solidarité et au Renouvellement Urbain.
-SSTC : Services fédéraux des affaires Scientifiques, Techniques et Culturelles.
-ST2N : Société des Transports de Nice.
-SYMENCA : SYndicat Mixte d'Etudes et de suivi du scot de l'agglomération Nice-Côte d'Azur.
-TC : Transport Collectif.
-TCSP : Transport Collectif en Site Propre.
-TER : Transport Express Régional.
-TER-GV : Train Express Régional à Grande Vitesse.
-TGV : Train Grande Vitesse.
-TIC : Technologie de l'Information et de la Communication.
-TRI : Taux de Rentabilité Interne.
-TTC : revista del ministerio de Transportes, Turismo y Communicaciones (Revue du Ministère du Transport, du Tourisme et des Communications).
-TTK : Transport Technologie consult Karlsruhe GmbH.
-TVES : Territoires, Villes, Environnement et Société.
-TVM : Transmission Voie Machine.
-ULB : Université Libre de Bruxelles.
-UMLV : Université de Marne-La-Vallée.
-UMR : Unité Mixte de Recherche.
-UNESCO : United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture).
-UNS : Université de Nice-Sophia Antipolis
-USTL : Université des Sciences et Techniques de Lille.
-VAL : Véhicule Automatique Léger.
-VBA : Visual Basic for Applications.
-VKT : Véhicules par Kilomètres et par unité de Temps.
-VI : Véhicule Individuel.
-VTT : Vélo Tout-Terrain.
-WMF : Windows MetaFiles.

INTRODUCTION GÉNÉRALE

« *Ce TGV qui sera le dernier chaînon manquant du réseau à grande vitesse européen entre Barcelone et Gênes, permettra d'abord de desservir la dernière grande métropole française à être encore privée, oui privée, de l'accès à la grande vitesse, à savoir Nice* ». Cette phrase d'Eric Ciotti, alors premier adjoint au maire de Nice, rapportée par le quotidien Nice-Matin[1] représente un propos limpide. En effet, bien que les enjeux européens soient connus et évoqués, l'argument principal porte, et c'est assez légitime concernant un élu, sur le territoire local. Dans la même édition du même journal, Hubert Falco (alors secrétaire d'Etat à l'Aménagement du Territoire et maire de Toulon) affirme « *Il n'est pas normal qu'une métropole aussi importante que Nice ne soit pas desservie* ». Ces deux propositions véhiculent la même idée : il paraît illégitime, injuste, anormal que Nice ne soit pas desservie par la grande vitesse ferroviaire. Ainsi, on prive un territoire d'un service qui semble-t-il lui est dû. La clarté des propos sert un discours partagé, Dominique Estève (alors président de la CCI Nice-Côte d'Azur) affirmant quelques mois plus tard à propos du même projet « *Il faut saisir cette opportunité. Je doute qu'elle se présente une troisième fois* »[2]. Ces phrases d'acteurs du territoire montrent toutes un élément majeur : le transport présente des enjeux cruciaux de développement territorial. Dans ce cas, la grande vitesse ferroviaire est perçue comme une opportunité et l'absence de LGV ressentie comme une injustice. Les acteurs et décideurs du territoire sont donc conscients du rôle prépondérant que peuvent avoir les transports sur la vie des territoires. L'exemple choisi est éloquent car il s'agit de la grande vitesse ferroviaire mais la situation est sans doute étendue à l'ensemble des moyens de transport. Les transports, en une certaine mesure, contribuent à façonner le territoire.

Un second élément peut être extrait des citations précédentes. Le développement des transports semble guidé par une logique, une rationalité, puisqu'on estime que Nice devrait, « *normalement* », être raccordée au réseau à grande vitesse, et que la lacune doit être rattrapée. Ainsi le fait de desservir ou pas un lieu de l'espace est le fruit d'un arbitrage rationnel et argumenté. Or nous considérons que l'intégration de variables quantitatives est un élément qui conbtribue à la rationnalisation des choix.

C'est pourquoi cette thèse, s'inscrivant dans une longue et féconde lignée de travaux, a pour objectif de construire une méthode d'analyse quantifiée en vue de la construction d'un **outil d'aide à la décision en matière de politique de transport.** En effet, si les décisions en matière de transport et d'aménagement sont de nature politique, l'argumentation chiffrée peut servir le processus décisionnel.

Ainsi, les transports ont fait l'objet de diverses analyses quantitatives et modélisations ayant pour but d'aider les décideurs. La méthode d'analyse est guidée par l'hypothèse que l'on fait des conséquences des aménagements. Dans cette optique, les économistes ont d'abord

[1] *Nice-Matin* du 6 Novembre 2007
[2] *Métro* du 24 Mars 2009

observé les répercussions économiques d'un projet de transport, avant de mettre au point des méthodes de calculs permettant de prévoir les retombées économiques de ces projets. Mais les effets des infrastructures de transport sur les territoires ne sont pas qu'économiques. En tant que géographe, force est de constater que les réseaux sont sources d'hétérogénéité dans l'espace. Le transport, outil de franchissement de la distance, permet le déplacement de personnes dans l'espace, mais pas dans toutes les directions. On qualifie l'espace d'anisotropique, ce qui revient à dire que la distance n'est plus euclidienne mais réticulaire, et que les proximités sont définies par la métrique topologique.

Ainsi, la réalisation d'un projet de transport est aussi à l'origine des répercussions sur le territoire. Pour se démarquer des analyses techniques ou économiques, les aménageurs ont ainsi employé le terme de l'analyse des « *performances territoriales des réseaux* » (Stathopoulos 1997). L'idée s'est répandue que l'analyse quantitative des réseaux de transport devait, dans une optique d'aménagement, prendre en compte ce qui, dans le réseau, pouvait avoir des répercussions sur le territoire (Chapelon 1997). L'hypothèse n'est plus celle des retombées économiques des transports, mais celle de la théorie territoriale des réseaux, qui conçoit le transport comme un outil d'aménagement du territoire (Dupuy 1991). Ainsi, si le transport est un objet d'étude et d'analyse, la finalité est bien de servir une politique d'aménagement du territoire. Dans cette optique, l'objectif de la thèse est de **prendre en compte l'inscription territoriale des réseaux** dans une méthode quantitative.

Les répercussions des aménagements de transport sur les territoires sont de plusieurs natures. Il convient d'abord de préciser qu'elles s'inscrivent dans un cadre spatiotemporel (Chapelon 1997, L'Hostis 1996). En effet, le réseau « *définit en même temps l'espace et le temps* » (Dupuy 1991). Les structures spatiales et temporelles constituent un « *support organisant* » (Kaufmann 2002) qui agit sur les déplacements en leur imposant des contraintes, mais aussi en leur fournissant des opportunités. Ainsi, l'importance des rythmes urbains dans le fonctionnement des territoires est crucial (Lepetit et Pumain 1999). Un projet de transport peut donc bouleverser ce cadre et changer les structures spatiales et temporelles.

En effet, dans ce contexte spatiotemporel, ce sont les choix des individus, leurs comportements de déplacement, qui vont faire émerger des structures, des lignes de force dans le territoire. L'approche est ainsi désagrégée : on considère les comportements potentiels des individus comme le ciment qui façonne les territoires. L'expression du pouvoir politique qu'est le réseau de transport entretient ainsi une relation d'interdépendance avec ces comportements. Il en est autant une réponse qu'un instigateur.

Afin de répondre au mieux à un projet d'aménagement, le transport peut ainsi susciter un comportement de déplacement. Aucun train vide n'a jamais servi de politique territoriale. Or le territoire est un espace approprié. En effet, les diverses acceptions du territoire insistent sur la notion de pouvoir mais aussi sur celle d'appropriation (Ferrier 2003). Le territoire est l'espace approprié, celui qui est familier, qui suscite un sentiment d'appartenance. Vincent Kaufmann juge que l'appropriation « *relève donc de stratégies, valeurs, perceptions et habitudes. L'appropriation se construit notamment par l'intériorisation de normes et de valeurs.* » (Kaufmann 2005). Cette appropriation se manifeste par plusieurs processus et joue un rôle qui ne doit pas être négligé dans le succès ou l'échec des opérations d'aménagements

du territoire. Parallèlement, les transports jouent un rôle important dans l'appropriation de l'espace car la pratique physique de l'espace favorise *de facto* une appropriation, d'autant plus marquée qu'elle est régulière et récurrente, (Pinson et Thomann 2001).

Ces différents éléments permettent de préciser comment doit être construite la méthode. Dans une approche territorialisée des réseaux de transport, il convient de prendre en compte les caractéristiques des réseaux dans un modèle spatiotemporel. Au sein de ce modèle, la variable transport doit se placer comme une réponse à la demande au niveau de l'individu, pour éviter toutes les simplifications dues à l'agrégation des comportements. De plus, l'analyse doit prendre en compte un paramètre souvent implicitement pris en compte par le biais d'enquêtes, mais rarement formulé : l'appropriation. Les transports sont donc jugés sur leur capacité à susciter une appropriation, ce qui construit le territoire.

Un concept semble être apte à saisir l'ensemble de ces variables. L'**accessibilité** génère ainsi un grand nombre d'analyses quantitatives en matière de transport, car elle rend compte des performances des réseaux (Vickerman 1974). En tant qu' « *offre de mobilité* » (Lévy 2003a), elle représente ce que le réseau de transport propose à l'individu pour réaliser ses déplacements. L'accessibilité se mobilise très bien dans une modélisation spatiotemporelle, ce qui permet d'affiner les calculs et de mesurer l'adéquation des réseaux de transports à ce qui pourrait être des rythmes de vie (Baptiste et L'Hostis 2002). C'est en effet l'adéquation avec les modes de vie qui garantit l'appropriation. Ce qui est accessible est appropriable.
L'accessibilité est donc un concept pertinent pour la prise en compte des opportunités territoriales qu'offrent les réseaux.
Ainsi, l'enjeu méthodologique du présent travail est de **mesurer le mieux possible les performances territoriales des réseaux.** Pour cela on insiste sur l'accessibilité et l'appropriation.

La construction d'un outil d'aide à la décision en matière de transport pose en outre d'autres questions. Depuis quelques décennies, on considère qu'un ensemble de processus, de la mondialisation des économies à la métropolisation des espaces, réinterroge les capacités des transports à produire du territoire. Définie de manière classique comme la « *concentration de valeur à l'intérieur et autour des villes les plus importantes* » (Ascher 2003), la métropolisation revêt plusieurs aspects qui laissent à penser qu'elle a bouleversé les rapports des hommes au territoire, et ainsi le rôle des transports dans les processus d'appropriation de l'espace. Ainsi, trois manifestations de la métropolisation tendent à reconsidérer les interrelations entre transport et territoire.
L'explosion des mobilités et des échanges est une tendance lourde de la réorganisation des sociétés et de la reconfiguration des espaces. Les métropoles sont devenues des villes de l'échange et de la communication, et prennent le rôle de commutateurs aux réseaux intrenationaux (Ascher 1995, Castells 1998). Le rôle des transports est ainsi renforcé dans l'aménagement des territoires ; et la connexion, l'accès à un réseau, deviennent des facteurs déterminants de développement des territoires.

Le rôle de point d'échanges des grandes métropoles s'accompagne d'un autre rôle : celui de pouvoir. Ainsi, les métropoles concentrent les fonctions de commandement et de pouvoir décisionnel (Huriot et Bourdeau-Lepage 2006). Plus que par un poids démographique, la métropole se distingue donc par un rôle fonctionnel. Un certain nombre de fonctions à haute valeur ajoutée, d'activités décisionnelles ou de contrôle, ou des équipements de grande valeur patrimoniale, culturelle ou scientifique, à la portée internationale, constituent ainsi un panel de fonctions dites métropolitaines. Ces fonctions, qui se caractérisent par leur rareté sur la surface de l'espace, définissent les lieux métropolitains (Saxenian 1994). C'est l'accès à ces lieux qui va définir la possibilité pour une société de s'approprier les processus métropolitains, et donc pour les espaces de participer à la métropolisation. Il paraît ainsi pertinent d'évaluer les capacités des réseaux de transport à donner accès à ces lieux, en mesurant **l'accessibilité aux fonctions métropolitaines**. L'idée d'une participation des sociétés locales aux processus de métropolisation est considérée par plusieurs auteurs comme étant une stratégie de développement (Ascher 2003, Beauchard 1996, Lacour et Célimène 1997).
En effet la métropolisation contient une forte connotation stratégique. Entendons par là que la métropolisation se définit aussi comme une stratégie de développement, qui fédère et mobilise des acteurs autour de projets d'aménagement du territoire (Jourdan 2005, Paris 2004). Cette stratégie se manifeste en grande partie par l'obtention d'équipements et de fonctions de type métropolitain (Siino, Laumière et Leriche 2004) et vise à améliorer la compétitivité des espaces métropolitains.
Cette stratégie de mise en compétitivité n'est pas toujours compatible avec celle de mise en accessibilité. En effet, la métropolisation, c'est notre troisième point, se manifeste aussi par la génération et le creusement d'inégalités socio-spatiales. Les différences d'accès aux services urbains provoquent ce que l'on appelle une fragmentation des territoires, manifestée par les fortes disparités entre sous-espaces et entre groupes sociaux (Graham et Marvin 2001). La prise de conscience de ces inégalités a conduit à formuler à différentes échelles des stratégies de cohésion spatiale, qui, sous-tendues par le concept de solidarité, visent à réduire ces disparités (Baudelle 2007). Ainsi, il est important que les lieux métropolitains bénéficient non seulement d'une bonne accessibilité, mais d'une accessibilité généralisée à l'ensemble de la population.

La création ou le creusement d'inégalités n'est pas le seul problème à gérer dans les espaces métropolitains. En effet, parallèlement aux dynamiques métropolitaines, les évolutions des moyens de transport et des comportements de mobilité ont généré des effets indésirables que l'on peut regrouper en trois composants:
- la pollution. Les conséquences environnementales de la croissance et du développement des transports sont de plus en plus intégrées dans les politiques d'aménagement du territoire.
- la périurbanisation. « *La limite de la ville n'est en effet plus géographique, mais fixée par l'unité du temps de déplacement* » (Beaucire, Emangard et Allard 1997). La tâche urbaine est donc non seulement de plus en plus large, mais sous l'impulsion de l'automobile elle est aussi de plus en plus émiettée. En effet, la voiture individuelle est à la base de la construction d'îlots résidentiels en bordure de villes, voire situés dans un environnement rural. Les gains

de vitesse ont permis un allongement des distances quotidiennes, qui modifie les pratiques résidentielles. Marc Wiel définit ainsi les rapports entre vitesse de déplacement et forme urbaine : « *A conditions de mobilité données (temps, argent, fatigue), si la population s'accroît et si rien ne s'y oppose par ailleurs, l'organisation urbaine se densifiera ; mais si les conditions de mobilité s'améliorent elle se dédensifiera, même si la population décroît…* » (Wiel 2006b). La périurbanisation est assimilée à une consommation d'espace et dans ce sens est aussi jugée nuisible pour l'environnement. D'autre part, la périurbanisation est fortement liée au troisième effet pervers.

- la congestion. La mixité des échelles de déplacement au sein des métropoles engorge ses voies d'accès (Wiel 2006a). En effet, l'allongement des distances de déplacement a pour conséquence d'élargir le spectre des déplacements possibles. Aux déplacements intra-urbains courts vont s'ajouter une grande variété de déplacements qui traversent les espaces denses. À cela il faut ajouter les déplacements de transit, qui traversent les villes sans s'y arrêter. Ainsi les plus grandes difficultés d'organisation des transports dans un environnement métropolitain sont de gérer le passage des espaces denses aux espaces lâches, à l'entrée ou la sortie des villes (Cervero 1998). La congestion a des conséquences environnementales, économiques et sociales néfastes (Cervero 1998).

La résolution de ces problèmes est sans doute le défi des politiques de transport contemporaines, et par extension des aménagements des territoires urbains et métropolitains. L'enjeu soulève donc un questionnement général : **comment gérer les mobilités et les déplacements dans un espace métropolitain ?**

Il faut signaler que ces évolutions récentes sont en partie imputables à la voiture individuelle. Les mécanismes décrits précédemment entretiennent une telle relation avec l'organisation urbaine que le terme de « *dépendance automobile* » a été créé (Dupuy 1999). La tendance est ainsi à la promotion des transports collectifs pour « *rompre avec le cercle vicieux de la dépendance automobile* » (Jourdan 2006).

Les transports collectifs présentent en effet des qualités de massification, de canalisation des déplacements qui paraissent aptes à réduire l'émiettement rendu possible par l'automobile. L'hypothèse générale de la thèse est donc celle de **la structuration des territoires métropolitains par les transports collectifs**, le terme structuration traduisant bien l'idée de rigidité qui sied aux transports collectifs.

Ainsi un second enjeu est présent dans ce travail, celui de **proposer des aménagements des transports collectifs qui permettent de structurer les territoires métropolitains autour de l'accès généralisé aux fonctions métropolitaines et de l'adéquation aux rythmes urbains.**

Les enjeux sont traités à l'aide d'une démarche inductive.

En effet, l'objet de la thèse n'est pas de confirmer ou d'infirmer une hypothèse. C'est l'analyse exploratoire des données qui induit la reconnaissance des phénomènes, relations et processus.

La question à laquelle on cherche à répondre pourrait s'énoncer ainsi : **quelle est la meilleure méthode possible d'appréhension des possibilités de structuration de territoires offertes par les réseaux de transport ?**
L'objectif est donc de définir une méthode. Nous insistons sur le fait que le terme méthode est ici compris comme contenant à la fois les outils et techniques utilisés, mais encore la démarche intellectuelle qui mène à leur conception et leur réalisation et qui permet l'interprétation des résultats produits.
Cette thèse ambitionne donc, **d'améliorer la connaissance sur les relations entre les réseaux de transport et les territoires**. C'est en quelque sorte l'enjeu théorique du travail.

Pour répondre à ces trois objectifs (théorique, méthodologique et opérationnel), la démarche se décompose en trois phases : modélisation de situations existantes, analyse exploratoire de ces situations et enfin simulation d'aménagements ayant pour but de réduire les dysfonctionnements mis en lumière.

Pour mener cette démarche, une méthode mixte est mise en œuvre. Elle est construite autour de la théorie des graphes, qui est un puissant outil de représentation, de modélisation et de simulation des réseaux de transport (Mathis 2003a). En particulier, la modélisation du service horaire de transport dans le logiciel MapNod permet d'appréhender pertinemment les transports dans un cadre spatiotemporel. Le graphe permet de rendre compte des qualités rétistiques des réseaux de transport, à savoir comment les nœuds (villes, gares ou fonctions métropolitaines) sont reliés entre eux. Tout l'enjeu est donc de combiner à ces caractéristiques rétistiques des caractéristiques territoriales, suivant différentes pistes qui seront détaillées plus avant.

La position tenue en tant que chercheur en aménagement est **la formulation de problématiques et l'amélioration de méthodologies visant à l'action territoriale.** L'objectif principal ne se situe donc pas dans la prospective territoriale et la formulation de scénarios. Cette thèse n'est pas guidée par des problématiques locales, son objectif n'est ainsi pas dans l'analyse de systèmes de transports territoriaux ou dans l'évaluation de projets de transports. Toutefois, la démarche opérationelle défendue ici ne peut s'appuyer sur un espace théorique, elle prend toute sa valeur dans une application locale répondant à des problématques concrètes et réelles.
Ainsi, la démarche et la méthode ont été appliquées sur les régions métropolitaines du Nord-Pas-de-Calais et de Provence-Alpes-Côte d'Azur. Malgré leurs grandes différences structurelles, qui interdisent la comparaison, ces deux régions permettent une mise en perspective qui peut s'avérer instructive. En effet, alors que le Nord-Pas-de-Calais possède une offre régionale de transports collectifs construite autour de l'appropriation de la grande vitesse ferroviaire, celle-ci est encore à l'état de projet en PACA, comme le laisse entrevoir les premières phrases de cette introduction. L'intérêt est donc d'essayer d'établir en quelle mesure l'exemple du Nord-Pas-de-Calais peut être repris pour PACA.

L'organisation du présent document regroupe trois parties.
La première partie est théorique et conceptuelle. Plutôt qu'un état de l'art, c'est une définition argumentée du sujet et de l'objet du travail. Le premier chapitre présente ainsi ce qui constitue le terreau de la recherche, les relations entre transports et territoires. Le deuxième chapitre montre comment la métropolisation réinterroge cette relation, et précise l'objectif de la thèse. Le troisième chapitre consiste en la présentation du choix des terrains d'études.

La deuxième partie est méthodologique et analytique. L'objectif est de présenter le dialogue par allers-retours entre les résultats et les méthodes pour prendre en compte le mieux possible les potentiels qu'offrent les réseaux pour une structuration des territoires. Le quatrième chapitre introduit la méthode en présentant ce qui est nécessaire au calcul : la prise en compte des structures spatiales et temporelles. Le cinquième chapitre présente le cœur de la méthode : les calculs d'accessibilité horaire. Le sixième chapitre concerne toutes les améliorations apportées à la méthode pour améliorer les prises en compte des territoires dans les réseaux.

Enfin la troisième partie est opérationnelle et réflexive. Il s'agit de proposer et d'appliquer des aménagements des transports publics, mais aussi de construire une approche de chercheur à partir des enseignements tirés. Le septième chapitre interprète les résultats produits pour dessiner les structures saillantes de l'organisation spatio-temporelle des deux terrains d'application. Le huitième chapitre propose des aménagements simulés dans MapNod et enfin le neuvième chapitre présente une réflexion sur les résultats de ces simulations et ouvre des perspectives de recherches futures, pour lesquelles la thèse est un point de départ.

Cette thèse utilise donc les méthodes d'une géographie quantitative, une géographie des réseaux, qui vise à analyser les effets des transports sur les structures spatiotemporelles à différentes échelles. Plus largement c'est une contribution s'inscrivant dans l'analyse spatiale. Elle est aussi influencée par la géographie urbaine, et plus précisément par les théoriciens de la métropolisation des espaces.
De plus, par son application tournée vers l'action, le travail s'inscrit aussi dans une démarche d'aménagement du territoire, et parfois d'urbanisme.

PREMIÈRE PARTIE

RÉSEAUX DE TRANSPORT ET TERRITOIRES MÉTROPOLITAINS : LA VOIE DE LA STRUCTURATION

Cette partie initiale entend présenter la problématique de la thèse, ses objectifs et conséquemment les éléments qui sont nécessaires à sa réalisation. Cette présentation conceptuelle s'appuie sur un large champ de contributions dans un domaine présentant des enjeux pour l'aménagement du territoire. Au sein de ces multiples approches, une ligne directrice et une volonté seront définies.

Ainsi, le chapitre I traite de la question des transports et des territoires. Après une définition des concepts, des processus et de leurs articulations, une posture sera définie, celle de considérer les transports comme un outil d'aménagement au service des territoires.

Le chapitre II replace le débat théorique dans un contexte, qui est celui de la métropolisation. Cet ensemble de processus bouleverse les territoires et place le transport au centre des considérations d'aménagement du territoire. On verra ainsi tout l'enjeu territorial des politiques de transport, particulièrement pour les transports collectifs.

Enfin, le chapitre III poursuit le cheminement vers le territoire en exposant les tenants et les aboutissants des choix des terrains d'études, qui seront présentés en fin de partie.

Chapitre I : Concevoir les réseaux de transport comme un outil d'aménagement du territoire

Les transports représentent un domaine large de recherche qui mobilise les sciences dures, techniques, mécaniques mais aussi les sciences humaines. Au sein de la géographie, l'analyse des transports est là encore multiple, du fait de ces multiples interrelations avec l'espace et les sociétés. Le réseau de transport est ainsi saisi dans ses caractéristiques « territoriales ». Ces caractéristiques sont telles que le transport, en tant que domaine, qu'objet d'étude, est considéré comme un « outil » de l'aménagement du territoire. Les processus qui sous-tendent cette conception seront au centre du propos dans ce chapitre.

A cette considération conceptuelle des transports correspond une méthode. En effet, comment inscrire cette position au sein d'un vaste champ d'étude, où représentants des sciences humaines comme des sciences dures manipulent des outils variés ?

I.1 Le parallèle réseau / territoire : concepts et logiques

Paul Claval distingue une géographie des réseaux d'une géographie des formes (Claval 2005). L'auteur estime ainsi que l'étude des phénomènes rétistiques gagne du terrain au sein de la discipline. Force est de constater en effet que la grande majorité des recherches en géographie urbaine ou en aménagement s'oriente de plus en plus largement vers une analyse en termes rétistiques. Plus précisément, les transports occupent une place de choix dans les considérations des géographes et des aménageurs. Non seulement cette place est grandissante, mais les spécialistes estiment qu'elle est encore inférieure à ce qu'elle devrait être, au vu des problématiques restant à traiter (Dupuy et Offner 2005). L'objet de cette première partie est de montrer en quoi les transports sont un domaine offrant un riche terreau aux problématiques géographiques et comment le réseau de transport offre des correspondances au territoire. On traitera en premier lieu du rôle du transport comme interface entre l'espace et la société. La seconde partie portera sur la caractérisation des interrelations de type morphologique et fonctionnel entre réseau de transport et territoire. Les différents enseignements amèneront à conceptualiser un cadre de prise en compte de la territorialité des réseaux de transport.

I.1.1 Le transport et les relations espace/société

Les transports sont définis de manière synthétique comme l'ensemble des moyens et actions visant à déplacer quelque chose ou quelqu'un d'un lieu à un autre (Poncet 2003). Le transport inclut en effet la notion de port, *i.e.* le mouvement d'un lieu de l'espace à un autre.
Le transport de personnes est plus souvent appréhendé sous l'angle du déplacement, insistant sur le point de vue du voyageur. Fondé par l'hétérogénéité de l'espace, c'est une réponse à un besoin de déplacement, entre deux lieux aux caractéristiques différentes. Ainsi, le transport est par là même un révélateur de l'organisation de l'espace, et de l'agencement des fonctions. Il est une adaptation aux distributions de valeurs dans l'espace et un indicateur de l'intégration territoriale et de la « *cohérence objective du territoire*. » (Bavoux, Beaucire, Chapelon et Zembri 2005).

Comme évoqué en introduction, la compréhension analytique des transports, malgré son rapport direct avec l'espace, n'a pas toujours été saisie à part entière par la communauté géographique. En effet jusqu'à la fin des années cinquante, la géographie des transports était une composante de la géographie économique. D'ailleurs, de manière opérationnelle et pendant très longtemps, les choix d'aménagement des transports et les problèmes soulevés ont été lus au crible de l'analyse économique avec les analyses de type coûts-avantages. L'intérêt des géographes était alors essentiellement tourné vers les circulations et les flux, réduisant l'espace à la dotation, c'est-à-dire la densité d'infrastructures de transport.

Pourtant, il est intéressant de noter que les transports jouent un rôle important dans les premiers modèles des précurseurs de l'analyse spatiale (Lösch, Reilly, Christaller, Weber). Dans l'organisation de l'espace par auréoles de Von Thünen, le coût de transport est la transformation monétaire de la distance.

Ainsi, sous l'influence des modélisateurs de la *new geography* américaine des années cinquante, et en réponse à des problématiques nouvelles, une école de géographie des transports voit le jour et une branche entière de la géographie avec un large éventail de problématiques et de méthodologies se développe. C'est à ce moment là que le versant spatial du système de transport, le réseau de transport, devient un objet d'étude (Pini 1998). On le considère aussi comme une « *grille d'observation* » ou une « *boîte à outils* » aptes à renseigner les problématiques de maîtrise de la distance par les sociétés humaines (Dupuy et Offner 2005). Défini comme un « *espace à métrique topologique* » (Offner 1998, Offner 2003), le réseau est alors mobilisé par ses propriétés géométriques (Kansky 1963) offrant des possibilités de modélisation (modèles développés par Bunge etc). Le réseau est donc l'objet d'une géographie qui mesure la distance topologique en opposition à la topographie, ou vision aréale de l'espace. Le réseau est défini de manière plus descriptive par Gabriel Dupuy comme une *« structure de relations de même type entre des points localisés d'un espace géographique* » (Dupuy 1993).

La « *géographie des réseaux* » ne s'oppose donc pas à une appréhension classique de la discipline qui s'attachait à décrire les configurations de l'espace, mais elle la complète : les transports ont une forte inscription dans l'espace.

D'un point de vue géographique le transport est un outil de franchissement de la distance qui permet aux individus et aux groupes sociaux d'organiser et d'aménager l'espace, en un mot de se l'approprier.

Considérant la société comme un ensemble d'individus qui vit ou survit ensemble et la nécessaire maîtrise de la distance que contient toute relation sociale non virtuelle, on peut attribuer au transport un rôle de support potentiel du lien social. Outre les conséquences spatiales, le transport peut se voir attribuer un fort rôle dans la cohérence des sociétés, rôle plus ou moins saisi par les acteurs des transports.

Le transport est ainsi au cœur de l'articulation entre individu et société. En effet, la motivation du déplacement est quasi systématiquement d'ordre individuel, répondant à des besoins spécifiques, d'approvisionnement en nourriture, d'activités diverses et variées, de rencontre pour des valeurs de sociabilité ou autres. Cette dimension individuelle de la mobilité ne peut être ignorée. Cependant, les transports répondent à des flux réels ou supposés à l'échelle d'un territoire. Ils engendrent des coûts de construction et d'entretien des infrastructures, coûts portés par la communauté territoriale. Les conflits ou choix opérés nécessitent donc une médiation politique.

Les transports comme médiation entre le pouvoir et l'espace

La première et immédiate médiation politique est le passage du réseau de projets transactionnels au réseau réel, expliquée par Gabriel Dupuy (Dupuy 1991). En effet, le projet transactionnel étant la volonté de relation ou de liaison pensée par l'acteur individuel ou

collectif, l'ensemble de ces projets forme un réseau idéal et virtuel. Celui-là est « *maximal* », dans le sens où il regroupe toutes les relations directes possibles. Or, pour réaliser ce réseau, le pouvoir de l'opérateur est requis. Ainsi des contraintes techniques et financières, ainsi que la stratégie de contrôle du territoire par les pouvoirs politiques vont constituer le réseau réel, certes censé répondre aux projets transactionnels mais de manière collectivisée (Figure I-1).

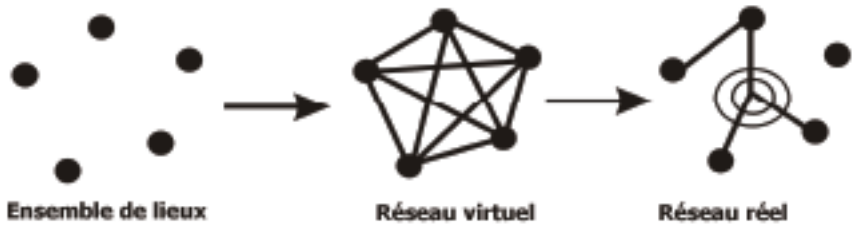


Figure 1- 1 : Du réseau virtuel au réseau réel (Stathopoulos 1997)

Cette simplification vers les réseaux réels peut se formuler synthétiquement en une logique, appelée logique de l'étoile, où la forme du réseau réel se rapproche toujours plus ou moins d'une étoile. C'est la logique dominante de politique des transports, mais ses conséquences sur l'organisation territoriale, en particulier dans l'accélération des dynamiques ségrégatives entre le centre de l'étoile et les extrémités de ses branches, nous y reviendrons plus tard, mènent dans un second temps à des politiques de rééquilibrage. Nous pouvons en effet citer le projet de tramway des maréchaux dans la région parisienne, qui constitue un exemple de rocade, accomplissement des aspirations à la transversalité, opposée à la radialité.

Les politiques de transports de manière plus générale sont dominées par une logique économique, visant l'adéquation à la demande et le dégagement de bénéfices d'exploitation, notamment par la recherche du trafic optimal (la tarification joue ici un rôle décisif) assurant le maximum de profits tout en limitant les coûts. Cette quête classique d'un optimum économique de l'exploitant ou du prestataire de service est « *tempérée par des obligations de service public, le tout combiné à des impératifs, des données, des contraintes techniques extrêmement prégnants* » (Dupuy 1991 p. 113). L'exemple de la longueur maximale d'exploitation de lignes d'autobus de la RATP est illustratif des contraintes et logiques à l'œuvre dans les politiques de transport (Offner et Sander 1990).

Ajoutons que la médiation politique à la base du processus décisionnel n'est pas limitée aux relations individus/société. Les autorités territoriales construisent leur cohérence spatiale par les réseaux de transport. En ce sens les transports sont une émanation du pouvoir politique. Ainsi chaque échelon de gestion de l'espace, chaque territoire en somme, conçoit et finance en partie une politique des transports. Cependant, encore une fois, il y a médiation entre les stratégies de l'autorité politique et les contraintes qui pèsent sur la construction des infrastructures et l'établissement des services correspondants. Les débats actuels sur la localisation des gares TGV montrent bien l'existence d'une médiation parfois conflictuelle

entre les autorités territoriales (intercommunalités et régions surtout dans ce cas) et la SNCF (Fachinetti-Mannone 2004).

Les transports ont ainsi un rôle spatial dans l'organisation des territoires, et la notion de réseau propose une nouvelle manière d'appréhension de l'espace. De plus, les réseaux de transport représentent par leur réalité dans l'espace le résultat d'une médiation politique, d'un compromis non seulement entre des projets individuels et un opérateur, mais aussi entre des autorités territoriales et des exploitants. Ces éléments confirment l'intérêt d'une approche territoriale des réseaux de transport. Concrètement, la construction d'un parallèle entre réseau et territoire contient plusieurs composantes, à commencer par la forme des réseaux et leur fonction.

I.1.2 Un système morphofonctionnel

Une conception du transport, à la fois disjoncteur entre l'espace et le temps et entre les décisionnaires et les usagers, émerge donc. Dans une perspective territoriale, un rôle de passerelle entre les espaces et les sociétés qui les habitent peut être développé à partir de plusieurs éléments. Le système de déplacement offre notamment un cadre intéressant à la réflexion.

En effet, pour espérer comprendre et surtout agir sur la gestion des déplacements, il est nécessaire de se munir d'une connaissance globale des cadres dans lequel les mécanismes se matérialisent.
Les travaux de F. Decoupigny (Decoupigny 2000) matérialisent un système de déplacement composé de trois éléments en interaction.
Dans une démarche modélisatrice, l'auteur appréhende les déplacements récréatifs sur les espaces naturels en mettant l'accent sur le fait que les déplacements dépendent au moins autant des choix des visiteurs *a priori* que de leur adaptation au réseau hiérarchisé et fonctionnel qui leur est proposé, représentant en quelque sorte la structure d'accueil de l'espace. L'adaptation est ici celle du visiteur à une double possibilité de déplacement : déplacement voiture et déplacement VTT ou pédestre. L'adaptation à ce double réseau va caractériser les pratiques selon les espaces, leurs potentialités en termes de mobilités (voiture et pédestre) et en termes d'attractivité et de pratiques.
À partir de ces constatations issues de l'expérience de différentes campagnes de comptages et d'enquêtes réalisées sur les Vosges, il affirme que le système de déplacement est composé de trois éléments en interaction, le réseau, les visiteurs et les lieux (Figure I-2).

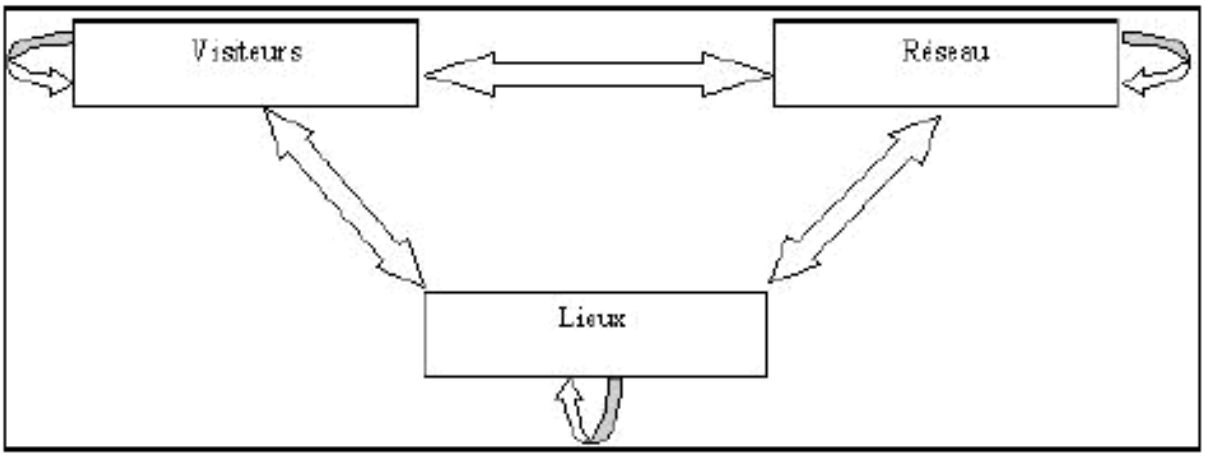


Figure 1- 2 : Le système de déplacement (Decoupigny 2000)

Ces trois éléments interagissent par des liaisons spatiales et fonctionnelles de la manière suivante (figure I-3) :

Interactions sur ⇓	*Visiteurs*	*Lieux*	*Réseaux*
Visiteurs	*Sous système visiteur* *Comportement* *Typologie des visiteurs*	*Offre spatiale naturelle relative* *Attractivité*	*Accessibilité* *Contraintes de déplacements*
Lieux	*Impacts* *Aire de diffusion radioconcentrique*	*Sous système lieux* *Equipement et Patrimoine naturel* *Offre spatiale absolue*	*Voisinage* *Sous espace de déplacement*
Réseaux	*Circuit* *Axe de déplacement* *Origine destination*	*Structure spatiale hiérarchisée*	*Sous système réseau* *Connectivité et connecité du réseau* *Morphologie (taille et forme)*

Figure 1- 3: Les interactions du système (Decoupigny 2000)

Le visiteur est défini par ses comportements de diffusion, ses perceptions et son temps de présence sur site, dépendant de ses propres perceptions du temps.
Le lieu se définit par son potentiel d'attraction, son attractivité, c'est-à-dire son offre spatiale.
Le réseau se définit par sa morphologie et sa typologie. Le réseau impose donc des contraintes d'accessibilité et offre des potentiels de visite.
Ce tableau a été réalisé dans le cadre des pratiques paratouristiques sur les espaces naturels. Sa logique peut toutefois être reprise pour une analyse générale des déplacements. De la même manière en effet, le citadin peut effectuer un choix de déplacement en fonction des comportements de mobilités, de l'offre spatiale proposée par les différents lieux que l'on présentera plutôt comme des fonctions urbaines (travail, service, commerce, loisirs) et des contraintes et opportunités offertes par les réseaux, que l'on traitera ici sous le terme d'accessibilité (voir Chapitre II).

L'intérêt de la formulation de ce système de déplacement est de montrer que les trois éléments, que l'on peut ramener à un triptyque Société/Territoire/Transport, sont en constante interaction et que les causalités ne sont jamais linéaires.
Ainsi il faut considérer l'impact de la localisation des fonctions métropolitaines sur les comportements de mobilité, tout autant que les effets des comportements individuels sur les réseaux de transport et sur l'organisation des espaces (plus largement que sur les « lieux » pris ponctuellement dans l'exemple précédent). Nous insisterons sur les effets des réseaux de transports sur les comportements et les espaces, soient les cases en haut à gauche du tableau précédent, où il est écrit respectivement *Accessibilité* et *Voisinage*. L'accessibilité sera abordée plus en détail dans le Chapitre II, mais dans ce cas on peut la réduire à la **morphologie** du réseau. Le terme voisinage est ici relatif aux possibilités de visite des sites par des déplacements pédestres à partir d'un premier site accessible en voiture. Plus largement, les effets des réseaux sur les lieux peuvent être abordés dans l'optique de la **mise en relation**.
L'idée dominante de notre recherche est que le réseau de transport possède des propriétés qui vont prendre une part non négligeable dans les comportements de déplacements métropolitains et ainsi engendrer des organisations variables des territoires. Ces propriétés sont en grande partie réductibles à deux aspects : morphologique et fonctionnel.

Formes et fonctions des réseaux de transport

Ces deux aspects correspondent à deux aspects des réseaux : la topologie et la morphologie. En théorie des graphes, la topologie représente uniquement la manière dont les points sont reliés, c'est-à-dire quelles relations existent, entre quels points et en quel nombre. La morphologie indique en plus la configuration des points et des relations dans l'espace. La figure I-4 montre cette différence en représentant deux graphes isomorphes, c'est-à-dire possédant la même topologie mais une morphologie différente.

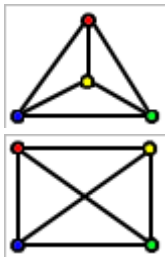


Figure 1- 4 : Diffrences topolgie/morphologie: les graphes isomorphes

La topologie des graphes renseigne ainsi sur l'organisation des échanges de manière aspatiale et fonctionnelle. Ainsi le niveau de hiérarchisation des réseaux apparaît dans sa topologie. Un système complètement homogène présentera une forme maillée alors que la tendance à un développement du réseau en étoile est représentative d'une grande hiérarchisation. Toutes les situations intermédiaires sont bien sûr envisageables. Cet aspect fonctionnel des réseaux de transport peut être inscrit dans une matrice aspatiale (c'est la matrice d'adjacence, cf. Chapitre V). La fonction de mise en relation va considérablement jouer dans la qualification des lieux. Les espaces sont en effet soumis à des processus de mise en relation :

- les lieux possédant une large mise en relation avec l'ensemble des lieux voisins correspondent à des espaces ayant une forte capacité relationnelle (on parle de nodalité). Ces lieux favorisant l'échange deviennent attractifs et leur situation est préférentielle, en raison de l'organisation fonctionnelle des réseaux de transports.
- L'absence ou la faiblesse des relations joue un rôle négatif sur les lieux. L'isolement des espaces, marqué par un déficit d'infrastructure et de service pénalise considérablement des lieux. L'enclavement par rapport à un ensemble de lieux reliés entre eux est souvent accompagné d'un déficit de type économique et social.

La topologie des réseaux de transports est donc révélatrice d'un ensemble d'opportunités et de contraintes concernant les territoires. Les réseaux de transport sont hiérarchisés, par différents aspects qui peuvent être la vitesse, la capacité ou la tarification. Le nombre et l'importance des relations vont par conséquent établir de grandes différences entre les situations des lieux. La station parisienne de RER de Châtelet-Les Halles est ainsi devenue le centre névralgique de la capitale et peut-être le lieu quotidiennement le plus fréquenté du pays. Cette attractivité place le lieu desservi par la station de transport dans une situation hiérarchique élevée, et cela étant en grande partie dû au réseau de transport. De manière classique on peut penser que les fonctions urbaines ou territoriales ordonnent les hiérarchies des lieux, et conséquemment des transports. Le propos ici est d'affirmer que les transports possèdent une hiérarchie fonctionnelle, et que réciproquement cette hiérarchie transforme le jeu des hiérarchies urbaines et territoriales. Le rôle de plus en plus important des réseaux dans la qualification des espaces et le remodelage des hiérarchies a ainsi été mis en avant dans les conceptions des villes en particulier (Derycke, Huriot et Pumain 1996). D'autre part Jean-Marc Offner a estimé que le développement d'un réseau à long terme avait des conséquences sur la hiérarchie des nœuds (Offner 2000). La topologie des réseaux organise une typologie des situations, selon lesquelles la mise en relation s'organise dans l'espace. Les hiérarchies se dessinent ainsi plus ou moins selon le type de réseau, la figure I-5 donnant un exemple des réseaux identifiés sur les visites sur les espaces naturels. Fabrice Decoupigny y montre l'impact de la topologie du réseau routier sur la pratique pédestre de l'espace de loisir. La topologie des réseaux influe ainsi sur les pratiques spatiales et sur les hiérarchisations des différents nœuds selon leur position dans le graphe.

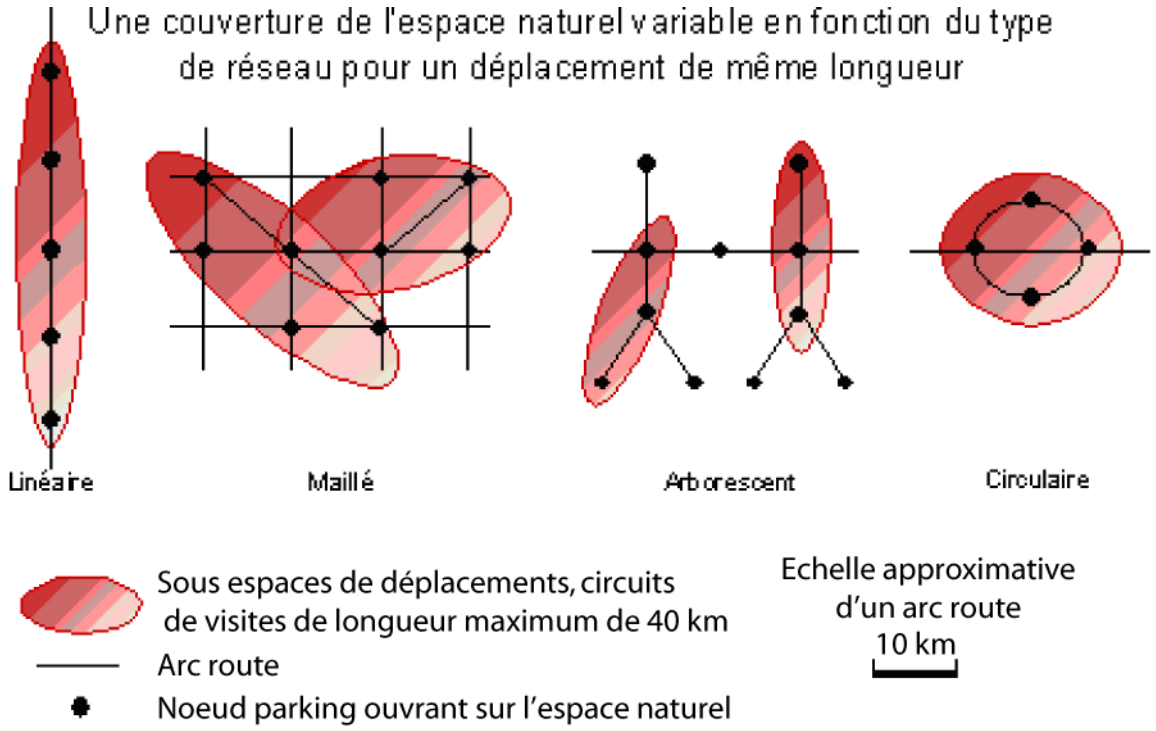


Figure 1- 5: Topologies des réseaux et pratique de l'espace (Decoupigny 2000)

En outre il est indispensable d'aller plus loin que cette dimension topologique et fonctionnelle des réseaux de transports en prenant en compte la morphologie des réseaux. Les réseaux spatiaux, et ceci constitue la lacune structurelle de la théorie des graphes appliquée aux transports, ne peuvent supporter des dessins aléatoires car la position des nœuds dans l'espace recèle une information très importante. La géographie des lieux, en termes de relief, de surface et de position, donne un aspect différent aux graphes fonctionnellement identiques.
Cette variable morphologique, représentant la configuration des nœuds dans l'espace, change ainsi le schéma des réseaux de transports et fait apparaître de nouvelles configurations possibles.
Ainsi en plus du simple caractère hiérarchisé/maillé du système, le réseau renseigne sur des caractéristiques de forme qui participent également des contraintes et ressources avec lesquelles les aménageurs des territoires doivent composer. La hiérarchisation des réseaux autour d'un ou plusieurs nœuds peut par exemple selon la forme et la distribution de ces nœuds dans l'espace, représenter un réseau étoilé ou plutôt arborescent. Si les logiques de fonctionnement sont les mêmes, l'aménagement est différent dans les deux cas, comme le montre la figure I-6.

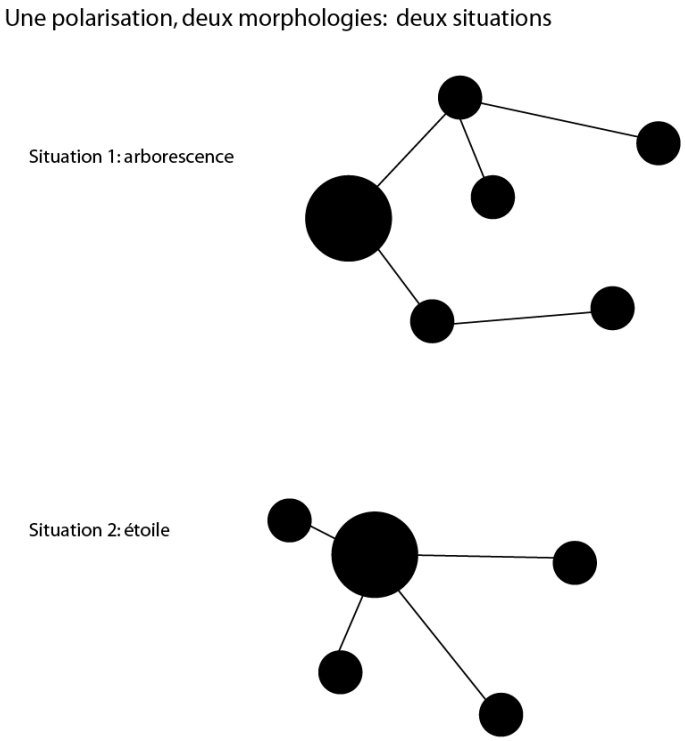


Figure 1- 6 : Polarisation et configurations spatiales

En effet, si le pôle dominant possède une situation géométriquement centrale, le réseau aura tendance à se rapprocher d'une forme stellaire et la part belle va être faite aux « radiales », qui telles les rayons d'une roue de vélo vont relier le centre aux nœuds périphériques. Cette convergence des différents segments de réseaux va ainsi demander une gestion adéquate pour éviter une congestion paralysante. En revanche, la situation d'un pôle qui serait dans une périphérie spatiale, le phénomène de la « capitale excentrée », va aplatir le rayon vers un espace à une dimension. Dans cette physionomie, les pôles proches de la capitale excentrée vont servir de relais, et l'ensemble de l'espace va se structurer en arbre. Par exemple, à moyens et populations constants, le réseau de transport d'un pays comme l'Espagne, avec sa capitale centrale, ou celui de la Finlande, avec sa capitale excentrée à l'extrême Sud du pays, resteraient très différents.

Dans le même ordre d'idée, les réseaux maillés correspondent à une distribution elle aussi plus ou moins homogène des nodosités dans l'espace. Si ces nœuds sont alignés le long d'une droite le réseau sera plutôt de type linéaire, triangulaire si les nœuds sont alignés selon deux ou trois axes etc.

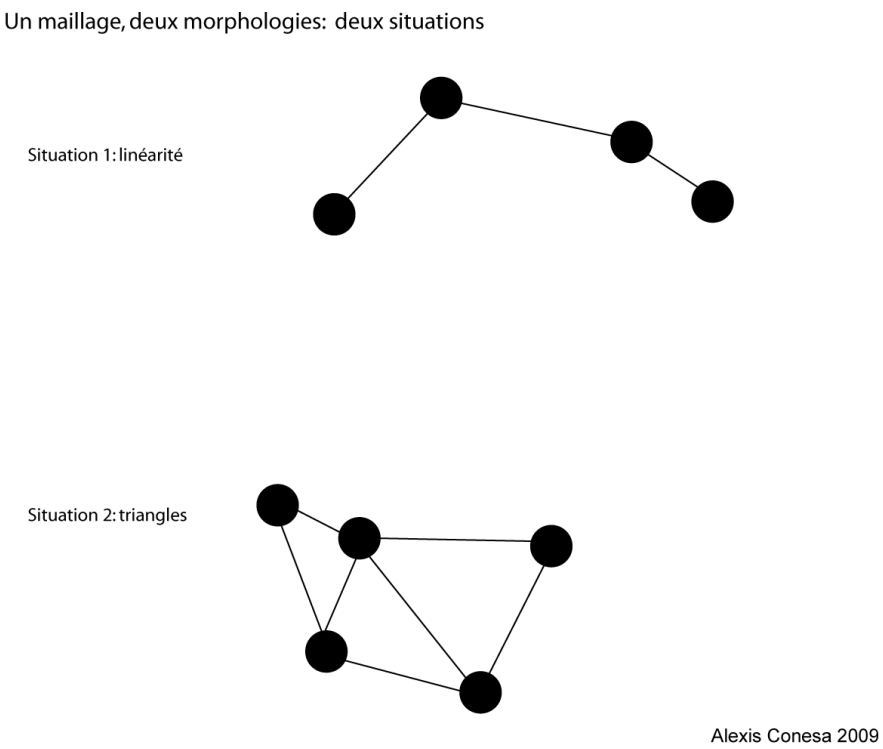


Figure 1- 7 : Maillage et configurations spatiales

La morphologie présente donc des informations supplémentaires non contenues dans la simple définition des réseaux en termes hiérarchisés et fonctionnels.
Au même titre que la forme des territoires possède un impact sur leur fonctionnement et leur situation économique et sociale (l'exemple bien connu du Chili illustre cette relation[3]), la forme des réseaux influence leur fonctionnement. Cela signifie que la pratique des réseaux est en partie conditionnée par cette forme, comme le suggère la notion de système de déplacement. Les relations socio-économiques, la hiérarchie des lieux et l'organisation des territoires construisent ainsi des interrelations avec la forme des réseaux de transport.

L'aspect morphologique et fonctionnel des réseaux de transport entretient le lien entre le territoire et le réseau. L'approche des réseaux de transport en termes strictement techniques ou économiques élude ainsi une partie de leurs caractéristiques. Paola Pucci distingue trois niveaux de lecture des réseaux, dans leur qualité d'interconnexion (ce qui évacue les critères techniques de capacité par exemple) :
- le niveau spatial estimé par des logiques réticulaires ;
- le niveau territorial, jugé en perspective des politiques d'aménagement ;
- le niveau des jeux d'acteurs, relevant d'arbitrages complexes entre des considérations politiques, institutionnelles, financières ou juridiques (Pucci 1999).

[3] Outre sa situation entre les Andes et l'Océan Pacifique, ce qui contraint le développement du Chili est sa morphologie de type linéaire. Le manque de surface dans le sens Est-Ouest contraint considérablement l'aménagement du territoire, qui organise *de facto* l'espace selon un axe Nord-Sud. Le contrôle du territoire et son aménagement sont fortement restreints par sa forme.

Notre recherche se situe dans l'analyse directe du premier niveau de lecture, plus ou moins indirecte du deuxième et une introduction au troisième. Nous définissons notre objet d'étude comme les réseaux de transport, dans les limites des deux premiers niveaux de lecture.
Les réseaux ne sont en effet pas seulement des rails de fer ou des tunnels de béton, pas plus que ce ne sont des lignes tracées sur une carte. La frontière entre le premier et les deux autres niveaux de lecture est qualifiée d' « *épaisseur* » du réseau (Pucci 1999). Cette épaisseur représente toutes les caractéristiques territoriales des réseaux de transport, tout ce qui les caractérise comme un élément intermédiaire entre les sociétés et les espaces.
Ces aspects peuvent être présentés dans différents cadres d'analyse présentant la territorialité des réseaux de transport.

I.1.3 Territorialité et réseaux de transport

Le territoire est considéré comme l'espace approprié par les individus et les groupes sociaux. François Plassard inisiste bien sur ce point : « *Un territoire peut être considéré comme un espace qui se définit en référence à un acteur ou à un groupe d'acteurs. À l'origine de cette notion, il y a toujours une référence implicite à la relation qu'établit un être vivant avec l'espace dans lequel il vit et qui lui permet de « survivre » en assurant sa subsistance et sa reproduction* » (Plassard 2003a page 81). C'est ainsi le groupe d'acteurs ou le groupe social qui définit le territoire sur le quel il vit car il se l'approprie. La définition qu'en donne Maryvonne LeBerre nous paraît à ce sujet la plus claire : « *la portion de la surface terrestre, appropriée par un groupe social pour assurer sa reproduction et la satisfaction de ses besoins vitaux* » (LeBerre 1992). Trois aspects composent ainsi le territoire : *matérialité physique, organisation sociale* et *entité territoriale*. Les réseaux de transport s'intègrent assez bien dans cette définition car ils sont effectivement localisés sur la surface terrestre et leur appropriation par un groupe social sert de manière plus ou moins directe des besoins vitaux, ou du moins sociaux. La question de la territorialité des réseaux de transport a ainsi été plusieurs fois traitée.
Le premier, Gabriel Dupuy a émis l'idée d'une *territorialité réticulaire*, qui s'oppose à la *territorialité aréolaire* en ces termes : « *L'urbanisme a toujours privilégié une territorialité aréolaire, définie par des zones, des limites, des frontières au sein desquelles s'exercent des pouvoirs. À cette conception paraît s'opposer celle d'une territorialité réticulaire, transgressant les zonages et les barrières et dans laquelle s'exercent d'autres pouvoirs.* » (Dupuy 1991).
La notion de pouvoir est en effet prégnante dans le concept du territoire, espace délimité avec précision comme zone d'application d'une loi (exemple : le territoire français). Le rôle grandissant des opérateurs de transports dans les configurations territoriales et les règles régissant l'usage du transport, la tarification en est un exemple, incitent à considérer les réseaux comme des espaces d'application d'un pouvoir. On évoque alors à ce sujet les *territorialités en réseau* (Offner et Pumain 1996). Philippe Menerault définit quant à lui le *territoire de flux* pour désigner les caractéristiques de connexion des lieux (Menerault 1991).

Le réseau de transport est donc un territoire. Afin d'intégrer pertinemment les valeurs territoriales dans l'objet appréhendé, nous proposons de reprendre les trois versants mentionnés dans la définition de Maryvonne LeBerre comme le montre la figure I-8.

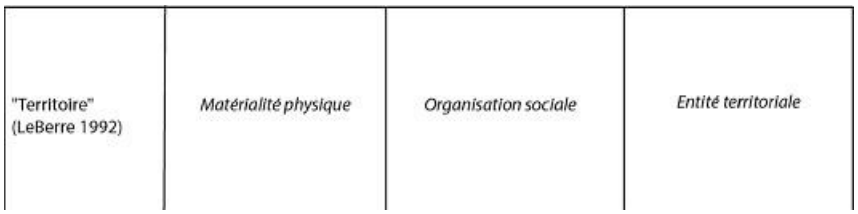


Figure 1- 8 : Le territoire selon Maryvonne LeBerre

Ainsi, selon nous, la matérialité physique du territoire est représentée par la forme du réseau. L'organisation sociale est à lier aux fonctions du réseau : les déplacements permis font naître une organisation des individus et des groupes sociaux dans l'espace. En outre au sein du réseau de transport une organisation se met en place pour assurer son fonctionnement. Enfin l'entité territoriale recouvre deux aspects : d'une part, l'appropriation individuelle qui se détermine par l'usage des réseaux et la reconnaissance identitaire qui en est faite, qui sera traitée dans les chapitres suivants, et d'autre part l'appropriation collective, institutionnelle, des réseaux de transport. Cette dernière est semble-t-il liée aux réseaux, notamment par l'intermédiaire des modifications spatiales des territoires institutionnels. L'exemple des extensions des PTU recouvrant les infrastructures de transport illustre un processus théorique conceptualisé par Jean-Marc Offner (Offner 2000).

Georges Amar est allé plus loin dans l'approfondissement de cet entremêlement réseau/territoire en proposant le terme de « *transterritorialité* » pour retranscrire au mieux la territorialité offerte par les réseaux de transports (Amar 2004). Nous proposons ainsi un nouveau tableau qui fait correspondre les deux définitions. L'aspect morphologique des réseaux correspond à la forme, le fonctionnel à la topologie des réseaux, et l'organisationnel/institutionnel des territoires correspond à l'appropriation collective. Notons que dans cette définition le réseau et le territoire sont mêlés dans le même objet, qui présente les aspects de l'un et de l'autre.

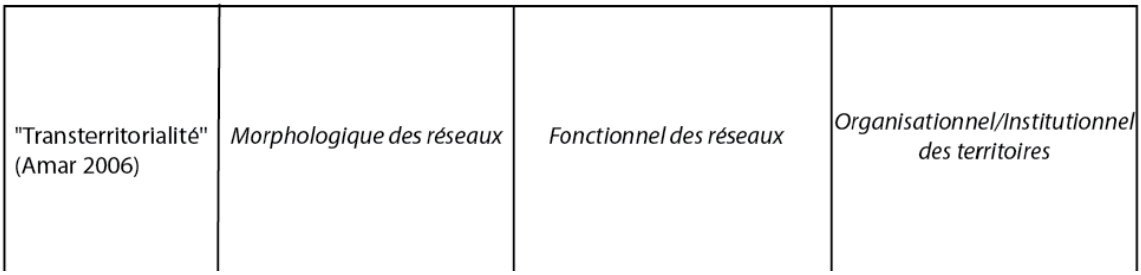


Figure 1- 9 : Le territoire des transports selon Amar

Réseaux de transport et territoires sont ainsi liés et on peut les aborder comme un seul et même objet d'étude. Au-delà de cette conceptualisation des relations, qui nous permet de définir une approche théorique, une lecture plus pragmatique va nous orienter vers une démarche tournée vers l'opérationnalité.

Conclusion

La « *géographie des réseaux* » désigne un pan de la discipline étudiant les processus et moyens de mise en relation des objets géographiques. Les réseaux de transport sont ainsi eux-mêmes des objets d'étude, ce qui se justifie par la place importante que prennent les transports dans les relations entre les espaces et les sociétés. Les transports permettent aux Hommes de s'approprier le territoire en maîtrisant la distance, ce sont donc des outils de territorialisation. Le parallèle entre réseaux de transport et territoires est avéré et se décline en plusieurs points. Le réseau est considéré comme un territoire car :

- il possède une configuration **morphologique** dans l'espace ;
- il permet un **fonctionnement** social et économique par sa fonction de mise en relation ;
- il fait l'objet d'une **appropriation** de la part des individus et des institutions.

Ce parallèle nous permet de définir notre objet d'études général: les réseaux de transport, dans leurs caractéristiques rétistiques et territoriales.

I.2 Les réseaux de transport, outils de l'aménagement

Les réseaux de transports sont ainsi un objet d'étude à la fois physique, rétistique et territorial. L'analyse géographique de cet objet se place ainsi à différents niveaux de lecture. Le caractère territorial des réseaux de transport leur confère en outre une opérationnalité dans des perspectives d'aménagement. En effet, en tant que territoire, le réseau fait l'objet de stratégies et de politiques d'aménagement. Le cadre théorique construit précédemment fait entrevoir la territorialité des transports. Notre démarche se situant dans un cadre opérationnel, il est nécessaire de positionner notre approche vers l'aménagement, soit vers l'action. Comme évoqué précédemment, les transports sont des outils de territorialisation de l'espace, ils permettent aux sociétés d'organiser leur reproduction dans l'espace. Ce rôle actif, orienté, opératoire des réseaux de transport doit être souligné. Il est donc question dans cette partie de montrer comment les réseaux de transports peuvent être considérés comme des outils d'aménagement du territoire.

I.2.1 Un urbanisme des réseaux

La partie précédente a contribué à concevoir les transports comme un intermédiaire entre les sociétés et les territoires. Dans ce sens, les transports sont une émanation du pouvoir politique. Claude Raffestin affirme que « *ce sont les réseaux qui assurent le contrôle de l'espace et dans l'espace* » et « *tout réseau est une image du pouvoir ou des acteurs dominants* » (Raffestin 1980). Le rôle politique des transports est en effet en premier lieu celui de contrôle : l'accès à l'ensemble de l'espace géré ou gouverné est une manière de contrôler l'ensemble des sous-espaces et l'ensemble des groupes sociaux soumis à une autorité politique. La plupart des auteurs s'accordent d'ailleurs à mettre en lumière ce rôle des transports. En effet, comme le souligne François Plassard *« Le pouvoir politique, quelle que soit sa nature, ne s'est jamais désintéressé de ces questions de transport. Pour assurer sa suprématie militaire, pour garantir sa sécurité vis-à-vis d'éventuels agresseurs, ou simplement contrôler son territoire, il a construit des infrastructures de transport.* » (Plassard 2003a).
La forme et l'organisation du réseau permettent aussi d'appliquer ce contrôle, comme dans le cas de l'impôt pour utilisation d'une infrastructure de transport. De manière générale les transports doivent être considérés comme l'application d'un pouvoir politique sur un espace. Mais ils sont aussi la matérialisation des désirs individuels.

En effet, Gabriel Dupuy, reprenant son concept de projet transactionnel (voir précédemment), explique comment la ville américaine est construite par chacun de ses individus, sans aucune stratégie collective d'urbanisme. En effet, Robert Fishman (Fishman 1977) a montré comment le mythe de *Broadacre city*, développé par Frank Wright, c'est-à-dire la ville où tous les désirs sont accessibles, sans aucune contrainte de l'existant, est matérialisé dans les villes américaines actuelles. Gabriel Dupuy reprend cet exemple pour montrer que *« l'avènement*

des réseaux a fait perdre irrémédiablement à l'urbanisme professionnel une part de son pouvoir d'aménagement, au profit d'un véritable urbanisme individuel » (Dupuy 1991). Les réseaux de transport ne sont pas uniquement dessinés par les autorités territoriales mais aussi par les désirs et compétences des acteurs individuels. Ils sont donc à double titre des outils d'appropriation de l'espace. L'urbanisme, organisation et collectivisation des visées individuelles va à l'encontre de la situation extrême de *Broadacre* et se doit de prendre appui sur l'organisation des réseaux. Cette position est permise par l'avènement des réseaux évoqué par Dupuy.

L'auteur rappelle que l'urbanisme a longtemps été dominé par une politique de zonage. Notamment depuis Le Corbusier et la Charte d'Athènes, la délimitation de zones fonctionnelles, pensées pour être étanches, segmente les villes en secteurs. L'auteur rappelle d'ailleurs que cette politique urbanistique allait de pair avec une vision très techniciste des réseaux, en affirmant que *« Zonage et tuyaux reproduisaient l'enfermement du territoire urbain* » (Dupuy 1991). Les territorialités réticulaires occultées, les seules territorialités aréales étaient considérées par les opérations d'urbanisme.
Pourtant, dés 1953, à propos des réseaux, M.-F. Rouge se demande si « *toute la vie urbaine n'est-elle pas sous leur étroite dépendance ?* » (Rouge 1953). Le même auteur concevait déjà le caractère omniprésent des réseaux en évoquant « *la croissance et la prolifération des réseaux tentaculaires, avec les immenses profits et les risques non moins grands qu'ils apportent à l'humanité, devant les mécanismes de plus en plus compliqués qu'ils mettent en place* » (Rouge 1953).
L'abondance des réseaux de transport, d'assainissement, d'électricité ou autres dans les formes d'organisations urbaines conduisent à un soulèvement théorique qui aboutit à une substitution d'une métrique topologique à une métrique topographique, le territoire devenant réseau et la ville « réticulaire ». La conception urbanistique en découlant vient remplacer le zonage. La recrudescence des formes de transfert et de réticulation dans les territoires urbains, prévus et pensés par Cerdà ou Soria y Mata entre autres, fait donc apparaître une nouvelle forme d'appropriation de l'espace, pouvant se substituer à la spéculation zonale. Ces processus sont de manière quasi mécanique créateurs d'inégalités, de conflits et de crises touchant le territoire. Il est net que les transports ont été les instruments d'une création d'inégalités. De la même manière que les facilités de connexion et d'accès ont permis de rompre l' « *encerclement* » (Dupuy 1991) engendré par un urbanisme zonal, les différences d'accès aux réseaux et les grandes différences produites par les topologies des réseaux ont causé des ségrégations sociospatiales. Les discontinuités produites entre les espaces connectés et les espaces isolés réinterrogent la question du rôle du transport dans la construction du lien social. Les réseaux permettent une dispersion plus grande des trajectoires individuelles dans l'espace et soutiennent ainsi la dissémination des territoires de vie. Par là même ils jouent un rôle dans le morcellement des villes contemporaines, comme le soutient la thèse du *Splintering Urbanism* (Graham et Marvin 2001).
Franck Scherrer reprend cette idée en posant les jalons d'une analyse tournée vers l'accès aux réseaux et la gestion des réseaux de transports. La problématique des inégalités imputables au

développement des transports est ainsi formulée de la manière suivante : « *après avoir joué un rôle d'accompagnement et même de moteur de la croissance urbaine pendant le 20ème siècle, et plus particulièrement un rôle d'intégrateur social et économique du fonctionnement des territoires, ces services urbains en réseau seraient aujourd'hui un accélérateur de fragmentation socio-spatiale, renversement de rôle qui combinerait à la fois la différenciation de plus en plus poussée de l'appréhension de la demande urbaine de services, et de nouvelles règles de gestion, en particulier le passage de situations de monopoles administratifs à la généralisation de la délégation de service au privé.* » (Scherrer 2006). L'accent est mis sur la dérégulation et la libéralisation en matière de service de transport, qui creuse les inégalités. Seuls les lieux ou les individus particulièrement riches et puissants peuvent se permettre le *bypass*, ou contournement des contraintes imposées par la gestion différenciée des réseaux. C'est cette absence de gestion cohérente des réseaux urbains (il est à noter que Graham et Marvin insistent sur les réseaux virtuels alors que Scherrer étudie les réseaux d'eau potable et d'électricité, mais le parallèle avec les transports semble possible), qualifiée d'*unbundling* (décomposition) qui provoque la fragmentation ou la dissidence. Cette réflexion sur la ségrégation sociale accélérée par la métropolisation peut par ailleurs être reliée à une analyse sur le long terme des relations entre ville et ségrégation (voir entre autres la théorie de la ville à trois vitesses de Donzelot, Donzelot 2004)

Gabriel Dupuy explique bien comment le rôle de l'urbanisme réside précisément dans l'intervention, à décliner selon le niveau d'opération des réseaux, intervention portant sur les réseaux et dans une démarche d'organisation, de planification et de correction des « *perversions* » du système urbain (Dupuy 1991 p.121). L'objectif annoncé étant de « *favoriser la vie urbaine* ».
Prenant le même parti théorique, nous considérons les réseaux de transport comme un outil d'aménagement du territoire. Si cet outil est celui d'une affirmation politique ou d'une stratégie de pouvoir, c'est surtout celui d'une appropriation de l'espace.

I.2.2 Pratiques routinières et appropriation de l'espace

Nous verrons successivement quels sont les processus d'appropriation de l'espace par les individus avant d'établir quel peut être le rôle des réseaux de transport.

Les appropriations de l'espace-temps, processus individualisés

Le travail de qualification de l'appropriation de l'espace par les réseaux interroge les rapports entre individu et société dans une approche spatiale. Comme l'affirme Guy Di Méo, « *S'interroger sur les processus par lesquels les individus se territorialisent en territorialisant l'espace, prennent en compte les faits institutionnels, c'est entrer dans le champ d'observation et d'analyse qui met en relation permanente la sphère privée et la sphère publique, qui interdit de gommer les différences sociales, car l'usage différencié de l'espace est bien l'un des traits majeurs de la distinction.* » (Di Méo 1996 p.28) Nous retenons que le

propos n'est pas d'oublier les différences sociales, mais de proposer un aménagement qui doit être collectif, contenir une réponse qui sied à l'ensemble de la société. L'ambition de la présente partie est d'identifier comment, dans leur ensemble, ces formes de territorialisations en réseau peuvent être traitées par une méthode d'appréhension des comportements spatiaux.

Il convient au préalable de préciser le contexte. Les progrès des transports ont étendu les espaces de vie. L'étude basée sur des observations de comportements de mobilité, menée par Jean Poulit dans l'intervalle 1990 - 2005, offre un diaporama significatif de la situation en France. Ainsi l'accroissement des portées de déplacement se matérialise par une hausse de 18% dans le cas des déplacements motorisés franciliens. En distance à vol d'oiseau, cela représente une hausse de 6.8 km à 7.1 km (6 km pour 1976). L'auteur calcule alors une hausse de 70% du territoire couvert en 25 ans en fondant le calcul sur la portée moyenne de déplacement (Poulit 2005). Autant dire une augmentation de 70% de l'espace praticable, de l'espace de vie donc de l'espace appropriable. Cette hausse considérable des possibilités de fonctionner dans l'espace donne ainsi une idée du potentiel de territorialisation de ces espaces.
En ce qui concerne les processus d'appropriation proprement dits, les sociologues s'en sont saisis pour identifier des « *modes d'existence urbains* » (Hannerz 1983), qu'Ulf Hannerz divise en plusieurs états d'imbrications des réseaux sociaux dans les trajectoires individuelles. Ainsi il différencie les modes d'existence « ségrégés » dans lesquels les différents groupes sociaux (famille, collègues de travail, amis…) ne se croisent jamais, des modes d'existence urbains « intégrés » où l'imbrication est réelle. Ce sont ces interactions sociales, cette construction sociétale qui va aboutir à la construction territoriale. La grande diversité des pratiques induit une complexité de l'appropriation des territoires dans les sociétés mobiles.
Devant la multiplicité des comportements humains, les chercheurs ont eu recours aux enquêtes empiriques, de manière à décrypter l'ensemble des possibles. Il est intéressant de citer l'exemple des mobilités dans un village du périurbain marseillais investiguée par Elkana Affandi (Affandi 1993), montrant deux modèles d'intégration territoriale identitaire selon l'ancienneté dans le village ou la région. En effet, les résultats montrent des comportements délimités, proches d'un « *patrimoine* » familial et culturel, de la part des anciens et des pratiques plus dispersées de la part des migrants plus récents. Cet exemple est repris par Eric Le Breton pour la construction d'une « *anthropologie de la mobilité* » censée répondre à la question de savoir « *Comment les groupes sociaux construisent leurs identités territoriales ?* » (Le Breton 2004 p.25). L'approche défendue est exclusive : l'espace ne se construit que par les dynamiques sociales et à l'inverse les pratiques sociales ne s'accomplissent que « *par l'espace* » (Le Breton 2004 p.26).
Bien qu'insistant sur des concepts de sociologie urbaine, l'approche est intéressante par sa détermination à valoriser le tissage des liens entre les hommes et leur espace et à décrire les appropriations en réseau de leurs identités dispersées.
Les conclusions de l'ouvrage, et donc de l'analyse des enquêtes, sont d'ailleurs empreintes de considération pour ces nouvelles formes d'appropriation rendues possibles par la pratique des réseaux. « *Alors, les échelles territoriales se réorganisent profondément, et les appartenances*

socio-territoriales ne sont plus assignées par la naissance à un individu, mais peuvent être composées, choisies plus librement par les acteurs sociaux. » (Le Breton 2004 p.157).
Le même constat est mené par Jean Rémy qui affirme que « *L'association entre mobilité et individuation permet une diversité d'attitudes vis-à-vis des opportunités offertes par l'espace.* » (Vodoz, Pfister-Giauque et Jemelin 2004). L'auteur combine donc le phénomène de mise en mobilité à celui, résolument sociologique, d'*individuation*, soit d'émergence d'une place prépondérante de l'individu et des considérations individuelles dans la société. Ainsi il attire l'attention sur la diversité des appropriations, unissant la liberté d'usage et les différents rapports symboliques à l'espace.
Ces innovations dans les rapports à l'espace des individus sont donc inséparables du rôle des transports et de la mise en réseau des territoires. Jacques Lévy joint cette nouveauté à un glissement sémantique de ce qui constitue pour lui l'objet d'étude de la géographie, à savoir les modes d'habiter l'espace. Ainsi l'auteur remarque que le terme habiter est, à l'origine, l'apanage d'une géographie classique réductrice, souvent déterministe, qui fait correspondre l'habitat avec le logement. La géographie contemporaine, imprégnée par la notion de mouvement, permet un enrichissement de la notion d'habiter comme résultat d'un processus social et individuel.
Lévy mobilise aussi le terme d'identification à la fois comme palliatif et comme transition vers une acception beaucoup plus large de l'habiter, protéiforme, hétérogène et plus diversifiée que la notion de résidence. Ainsi habiter ne signifie pas seulement demeurer mais tout simplement vivre avec l'espace, « *de mille manières* » différentes. (Pinson et Thomann 2001 p. 9).

Le rôle structurant des transports

Cette forme particulière d'habiter, ces multiples identités territoriales, qu'elles soient qualifiées de réticulaires ou non, sont donc mécaniquement liées à la pratique des transports. Il est d'ailleurs reconnu que la souplesse des modes de transports individuels répond à la flexibilité que nécessite l'individuation des sociétés modernes. De plus, conformément à ce que suggère Jacques Lévy, on peut proposer une vision du terme appropriation comme un processus permettant de construire un sentiment d'appartenance à des lieux autres que le domicile. Ainsi nous plaçons l'appropriation comme l'un des aspects de la territorialisation de l'espace. Le rôle des transports est crucial dans cette appropriation.
L'ensemble des contributions citées dans cette partie met en effet l'accent sur le caractère libératoire des mobilités, comme élargissant le champ des possibles en terme d'appropriation, bien que les inconvénients de ces mobilités soient aussi connus et identifiés (cf. la fragmentation et la ségrégation). Les transports ne doivent-ils donc pas être à même de proposer des possibilités de pratiques, ou du moins à même de ne pas contraindre celles qui existent déjà ?

D'autre part, l'appropriation n'est pas uniquement un processus individuel. À ce propos les enquêtes menées par Eric le Breton dans sa recherche font émerger plusieurs profils types d'appropriation concernant des actifs en Bretagne. Le profil le plus intéressant est sans doute

ce qu'il appelle le « *multi-ancrage* ». Dans cette catégorie, les individus sont véritablement d'appartenance et d'identité éclatées, l'attraction du pôle « domicile » étant largement contrebalancée par les autres pôles. Cela est dû en grande partie selon l'auteur à la concrétisation d'interactions sociales durables. En effet, l'appropriation de l'espace, si elle se manifeste au niveau individuel, est en très grande partie le fruit des rencontres et des constructions de groupes sociaux. Les lieux présentant une signification spécifique aux yeux de l'individu sont bien souvent des lieux de rencontre ou du moins d'interaction sociale. Le lieu de travail est ainsi tout autant le lieu de rencontre avec les collègues de bureau que le lieu de réalisation des activités. Idem pour les lieux de loisirs, ceux-ci étant rarement purement solitaires. Cette remarque souligne l'importance des transports comme pouvant entraîner un tel décuplement des rapports sociaux que l'un des enquêtés, mobile au possible, de Le Breton répond spontanément « *je dis toujours que j'ai trois pays : le pays de Rennes, le pays de Fougères et le pays de Bain* », présentant dès lors un triple ancrage, une triple appropriation, une triple identité au sein du département d'Ille-et-Vilaine.

L'appropriation de l'espace par les transports concerne donc l'espace rendu accessible ou l'espace traversé. Mais elle se produit aussi dans l'espace même du transport, dans le cas des transports collectifs, comme en témoigne les deux exemples suivants.

Le premier exemple est l'article de Xavière Lanéelle concernant les enquêtes réalisées dans les TGV sur les navetteurs Paris - Le Mans. Ces personnes résident au Mans et travaillent à Paris. Les résultats montrent comment les navetteurs se sont approprié l'espace même du TGV par l'intermédiaire des liens sociaux en particulier. Ainsi les différents navetteurs, qui ne se connaissaient pas *a priori*, ont développé des liens sociaux qui ont abouti à une organisation spatiale[4]. Ils ont alors manifesté leurs interactions sociales à l'intérieur des rames de TGV, s'appropriant donc ce qui devient un élément de leur territoire (Lanéelle 07.04.2004).
Le second exemple est constitué par le travail empirique d'observation réalisé par Nathanaël Gobenceaux sur l'arrêt de bus « Gare d'Austerlitz » de la ligne 61 vers 19h30 les soirs de semaine en hiver. La territorialisation ne concerne donc pas ici l'intérieur du véhicule mais son inscription spatiale, en l'occurrence l'abribus. Ici semble se développer une forme de territorialisation plus politique. Entendons par là que les positionnements et les déplacements des gens dans et autour de cet abribus répondent à ce que l'auteur appelle des « *règles tacites* ». Ces règles, comme par exemple le fait de se placer à l'endroit le plus proche de la porte d'entrée du bus arrivant, font émerger une organisation et des rapports d'autorité et de pouvoir qui territorialisent cet espace. L'autorité est ici représentée par le chauffeur de bus, qui lui seul décide de l'endroit exact où il va s'arrêter et ainsi de la manière dont il permet aux gens d'entrer dans le bus (Gobenceaux 2007).
Ces deux exemples montrent de quelle manière les réseaux de transports peuvent faire l'objet d'une appropriation. Un dernier exemple, plus extrême, peut être avancé.

[4] L'article montre comment les habitudes ont développé des stratégies dans l'occupation des places assises, comme par exemple le fait de se regrouper sur une banquette commune ou de placer toujours les mêmes près de la fenêtre etc.

L'afflux des populations extrêmement pauvres dans les très grandes villes des pays en voie de développement a mené à une urbanisation informelle massive et construite avec des matériaux de fortune matérialisée par les bidonvilles, qui s'étendent dans les endroits les plus insolites. Ces bidonvilles, dans plusieurs pays d'Amérique du Sud ou d'Asie du Sud, se développent autour des voies ferrées. L'appropriation est donc ici physique, c'est un accaparement qui substitue l'espace de transport, lieu du mouvement, au domicile, lieu de la sédentarité. Les clichés ci-dessous ont été pris à Phnom-Penh au Cambodge.



Figure 1- 10 : Une forme particulière d'appropriation de l'espace des réseaux

(http://www.6climats6habitats.com/bidonvilles.htm le 21/11/07)

Cet exemple d'appropriation est largement différent des autres dans la mesure où les individus territorialisant l'espace ne sont pas des usagers des transports. Cela illustre les ségrégations de la pratique, et donc de l'appropriation des espaces.
Si ces « villages du rail » sont exclusivement présents dans les pays du sud, on peut étendre ce raisonnement, à un degré moindre, aux personnes sans domicile fixe dormant dans les gares ou arrêts de métro.

Le rôle du transport dans l'appropriation de l'espace est donc prépondérant et renvoie directement aux considérations sociales de l'urbanisme des réseaux. Les inégalités d'accès

aux réseaux construisent ainsi des territoires individuels, correspondant aux acteurs les plus puissants. Plus que jamais la maîtrise des réseaux devient une compétence d'aménagement ou d'urbanisme, puisque l'appropriation de l'espace est régie par des réseaux correspondant à une individuation des comportements.
En plaçant l'appropriation par les groupes sociaux au centre de l'analyse, on réinterroge le rôle du transport comme outil de territorialisation. L'aménagement par les transports doit permettre l'appropriation de l'espace par un ensemble de groupes sociaux pour trouver une cohérence territoriale. Si le territoire est un espace approprié, le rôle des transports dans la construction des territoires est prépondérant pour éviter une fragmentation qui nuit à sa cohérence.
L'appropriation par les acteurs sociaux n'est toutefois pas le seul gage de construction d'un territoire.

I.2.3 De l'appropriation à la structuration

Comme le suggère la partie I.2.2, la manière de s'approprier l'espace traduit, outre les différences individuelles et la diversité des comportements, une inscription dans un contexte spatial particulier. Notre point de vue s'appuie sur la relation dialectique qui unit l'individu et le cadre dans lequel il vit, les contraintes qui pèsent sur lui et les ressources dont il dispose. L'étude des comportements ne sera pas abordée dans le travail. L'accent est donc mis ici sur les contraintes, le contexte, en un mot les structures.

La définition de « structure spatiale » du Dictionnaire de la Géographie (Di Méo 2003) comporte trois volets :
« *A. Schème organisationnel d'une configuration ou d'une situation spatiale.*
B. Relation plus ou moins stable discernable entre des lieux.
C. Ensemble des éléments formant l'armature des agencements géographiques. »
L'accent est ainsi mis sur le caractère durable de la structure. L'école de pensée structuraliste, précédant la systémique en géographie, a ainsi identifié le caractère invariant de certaines réalités géographiques, ouvrant ainsi la voie à la modélisation. En effet, les armatures, les cadres, les schémas, se prêtent à la représentation et à la simulation par leur caractère invariant. Ainsi la chorématique (modélisation graphique) différencie les structures géographiques des contingences locales. D'autres modes de modélisation vont opposer les structures aux conjonctures ou aux mouvements, pensés comme plus fugaces.
A partir de là, comment appréhender ces structures par l'entremise des pratiques individuelles dans l'espace ?

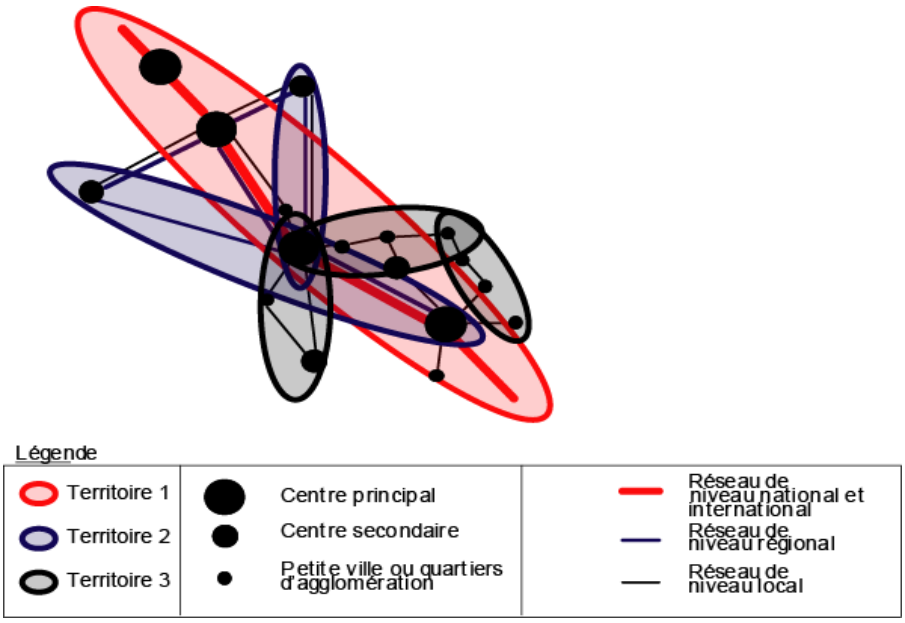
On considère qu'une grande partie des contraintes pesant sur les individus sont dues à l'organisation de la société, notamment les contraintes de conjonction et de pouvoir (voir Chapitre IV et la *Time-Geography*). On peut donc estimer la relation entre les pratiques et les structures d'une manière systémique : les pratiques individuelles transforment peu à peu les

structures spatio-temporelles qui, elles-même définissent chaque jour le cadre des pratiques individuelles. On perçoit bien la propriété d'inertie et l'ancrage des structures face au temps court et la spontanéité de l'individuel.

Les processus selon lesquels les pratiques modifient les structures sont qualifiés d' « émergents » dans les sciences de la complexité : ce sont des processus de type *bottom-up*. Par analogie, les phénomènes modifiant le cadre spatiotemporel, de type *top-down*, peuvent être considérés comme de la ***structuration***. Ainsi, l'ouverture d'une rocade autoroutière permettant à un employé de se rendre sur un lieu de travail plus éloigné va le libérer de certaines contraintes et il va être susceptible de s'approprier un espace plus large. La structure de son quotidien va donc être modifiée.

Les exemples développés dans la partie I.2.2 montrent des territorialités construites autour des transports et des réseaux. Sur des espaces parcourus de manière régulière et fréquente, les appropriations mènent à une reconfiguration du territoire selon des schémas individuels. Les exemples montrent également que les groupes sociaux se créent et se développent dans la similarité du rapport à l'espace. En effet bien que chaque appropriation renvoie à une expérience d'ordre individuel, les routines partagées créent du territoire par l'agrégation des appropriations. La similarité des espaces vécus fédère donc les groupes sociaux qui territorialisent l'espace.

L'idée sous-tendue par cette démonstration est celle de la structuration territoriale par les réseaux. Ainsi le réseau de transport, riche de ses diverses composantes infrastructurelles et territoriales, va permettre aux populations de pratiquer différemment l'espace et ainsi de le territorialiser. La fédération de ces appropriations va créer des territorialités en réseau, des territorialités « en routine ».



Alexis Conesa 2009

Figure 1- 11 : De l'appropriation routinière en réseau au "multi-territoire"

François Plassard a alimenté dans les années 1990 notamment les débats sur les effets « *structurants* » des transports. Cette problématique interroge l'impact du développement des réseaux de transport sur le développement économique des espaces, notamment en termes d'effets induits. Une vision trop mécaniste des interrelations entre transport et territoire suggère en effet que le développement des infrastructures de transport produit systématiquement un développement des échanges, et donc une croissance économique. Dans un ouvrage plus récent, François Plassard montre que l'histoire est sur ce point beaucoup moins lisible que certains discours peuvent le laisser penser et que les effets induits sont plutôt à concevoir comme des effets accompagnant une croissance économique déjà avérée (Plassard 2003a). En outre, il montre que les effets des transports sur un territoire sont non seulement économiques mais aussi sociaux, et place l'appropriation au centre des relations transport/territoire. Ainsi les transports, appropriés par la société, permettent plus largement un **fonctionnement** du territoire. L'appropriation économique et sociale se manifeste en effet par des relations entre des éléments qui sont spatialement disjoints en réponse à des besoins tant économiques que sociaux. La fonction de mise en relation offerte par les réseaux permet ainsi de construire un territoire cohérent et fonctionnant.

En outre la construction territoriale nécessite une organisation, une structure à habiller. Cette structure s'appuie nécessairement sur une hiérarchie. En effet, les espaces entièrement homogènes, comme les terrains agricoles par exemple, n'ont ni les besoins ni les opportunités de se structurer autour d'une hiérarchie. À l'inverse, un patchwork d'espaces hétérogènes sans hiérarchie entre eux mène à un fonctionnement anarchique qui limite les interactions. Si les rapports entre les sous-espaces ne sont pas un minimum organisés et classés, les conflits et dysfonctionnements sont inévitables. Les réseaux de transports présentent donc l'opportunité d'induire une hiérarchie et une organisation aux territoires. La séparation entre les services à grande vitesse de transit et les omnibus locaux sont une illustration de cette nécessité. Cette organisation, le niveau de hiérarchie qu'il doit apporter et les problèmes qui y sont liés, sont susceptibles d'être initiés par les transports. C'est en tout cas l'un des partis pris par le présent travail.

Conclusion

Nous choisissions de considérer les réseaux de transport comme un outil d'aménagement du territoire. En parallèle de l'urbanisme des réseaux, initié par Ildefonso Cerdà et conceptualisé par Gabriel Dupuy, une vision générale de l'aménagement fonde son action sur les territorialités en réseaux permises par les transports. En effet, les réseaux de transports permettent :

- la mise en place de **stratégies de contrôle du territoire** par les autorités politiques ;
- un **fonctionnement économique et social** par les relations entre points de l'espace ;
- une **appropriation de l'espace** par la pratique de la part des groupes sociaux ;
- une **hiérarchie** des lieux dans l'espace, qui confère une hiérarchie mais génère des **inégalités**.

L’aménagement du territoire par les réseaux entend utiliser ces capacités des réseaux de transport pour construire un territoire. Nous proposons de désigner par structuration l’action des transports qui permet le fonctionnement du territoire, son appropriation par les groupes sociaux, lui confère une hiérarchie tout en gérant les inégalités. Pour cela l’aménagement doit en effet imposer une structure aux déplacements de l’homme dans l’espace, pour éviter la fragmentation.

L’aménagement du territoire par les réseaux a donc pour objet le caractère territorial des réseaux. L’appréhension de ces caractéristiques mobilise des théories et des méthodes spécifiques.

I.3 Comment appréhender les performances « territoriales » des réseaux de transport ?

La science s'applique toujours en une certaine manière à formaliser des phénomènes en processus. En effet, la partie visible, appréhensible ou sensible des manifestations de son environnement fait l'objet pour le scientifique d'une appropriation constructive. Ce construit explicatif permet au chercheur de se saisir des concepts et éventuellement de les utiliser en vue d'une action.
De nombreuses interprétations et explications permettent de concevoir les interrelations entre transport et territoire, et mieux encore les possibilités qu'offrent les transports pour la construction des territoires. Il semble nécessaire, dans une démarche tournée vers l'action, de matérialiser les notions par des réalités concrètes, si possible par des chiffres, c'est ainsi que l'on peut favoriser une appropriation des problématiques en jeu.

Il est donc question de concrétiser la notion de caractère territorial des réseaux de transport. La tâche est ardue et nécessite de procéder par étapes.
Après avoir souligné les faiblesses des approches classiques ou qualitatives, nous situons notre travail dans le corpus existant.

I.3.1 Se distinguer des analyses technico-économiques

Si le transport est désormais considéré comme un outil d'aménagement du territoire, il fût pendant longtemps associé quasi exclusivement au développement économique. Les interrelations entre développement des transports et croissance économique sont réels, si bien que dans l'histoire les phases de développement économique se sont bien souvent accompagné d'un développement quantitatif et qualitatif des relations de transport (Plassard 1993). Réciproquement, du point de vue des décideurs, les transports sont apparus comme des outils d'accompagnement du développement économique.
La cooccurrence des développements a conduit à un questionnement très intense en économie sur les fameux « effets structurants » des transports. Les chercheurs se demandent alors en quelle mesure les transports favorisent le développement économique d'un espace et les décideurs conçoivent bien souvent les transports comme un outil de développement économique.
Dans ce contexte, l'analyse et l'évaluation des réseaux de transport s'opère majoritairement par un calcul économique (d'autant plus depuis 1973 en France et l'abandon relatif des politiques d'aménagement du territoire « redistributives », voir Noin 2004).

La méthode d'analyse coût-avantage, fondée sur un calcul de taux de rentabilité interne (TRI) des projets de transport, prédomine ainsi dans les méthodes d'évaluation. Leur objectif est de

déterminer les investissements apportant « *la plus grande contribution à la fonction d'utilité collective* » (Bonnafous 1994). Cette méthode, bien que présentant l'avantage de quantifier un ensemble de données, se heurte à plusieurs limites.

En premier lieu, le calcul doit prendre en compte toutes les conséquences des différents projets d'aménagement afin de pouvoir les comparer entre eux. L'identification et la quantification de l'ensemble des conséquences d'un projet de transport est difficile. Les trafics induits par le report modal, les gains ou pertes de temps impliqués par ces reports ou par une transformation de la voirie sont ainsi souvent occultés par les analystes (François Plassard prend à ce sujet l'exemple de l'analyse du projet de tramway de Lyon, Plassard 2003b page 103). De manière plus générale, il est « *difficile de délimiter clairement le champ de conséquences d'un projet de transport* » (Plassard 2003b).
De plus, les projets de transports sont souvent combinés et doivent s'appréhender dans des projets territoriaux vastes et complexes auxquels cette analyse rationaliste sied mal.
Notons aussi que le mode de calcul, c'est-à-dire la monétarisation d'un ensemble de variables de natures différentes (temps de parcours, sécurité, confort…) est sujette à caution (Plassard 2003b).

Outre ces réserves méthodologiques, l'analyse coût-avantage est plus profondément remise en cause par le fait que le territoire est imparfaitement représenté.

En effet, les organisations spatiales, les lignes de force du territoire, les hiérarchies et les effets réseaux ne sont pas abordés. La richesse des interrelations transport-territoire est donc complètement occultée.
De plus, l'objectif de fonction d'utilité collective va par construction bénéficier aux relations présentant le plus fort trafic, la massification des flux étant plus rentable (rendements d'échelle croissants) que la dispersion (Bonnafous 1994). Ainsi, quel que soit le projet territorial et les dysfonctionnements dans la structuration du territoire, cette méthode d'analyse pousse à la radialisation des réseaux et au creusement des inégalités (Chapelon 1997). En évacuant toute « *considération redistributive* », le calcul économique « *ne permet pas la prise en compte d'objectifs d'aménagement du territoire* » (Dumartin 1995 page 1).

Il est aujourd'hui reconnu que le rôle des transports sur le développement économique est dans la majeure partie des cas celui d' « *une amplification et d'une accélération des tendances préexistantes* » (Offner 1993b). La vision mécaniste et automatisée a laissé place à une compréhension systémique des processus : les relations entre développement économique et transports sont complexes et le calcul économique doit en prendre toute la mesure (Plassard 1997). François Plassard, porteur et grand contributeur au débat sur les effets structurants des transports, considère que les processus d'appropriation territoriale par les transports doivent prendre une place grandissante dans l'analyse, au-delà des considérations strictement économiques (Plassard 2003a).

Si le calcul économique tient une grande place dans l'évaluation des projets de transport, rappelons que les choix en cette matière sont guidés par « *une logique économique, tempérée par des obligations de service public, le tout combiné à des impératifs, des données, des contraintes techniques extrêmement prégnants* » (Dupuy 1987).

Ces contraintes techniques nous ramènent à une conception épurée et pragmatique des transports correspondant à une vision encore une fois assez mécaniste des déplacements des réalités territoriales dans l'espace. Rappelons que les projets de transports ont comme ambition première de permettre à des véhicules de se déplacer plus rapidement et/ou plus loin (Plassard 2003b). Dans cette vision techniciste des transports, la capacité des réseaux prend une importance grandissante et ce sont essentiellement les qualités circulatoires qui sont sujettes à l'analyse et matérialisées par les flux. On pourrait ainsi ajouter que le projet de transport vise l'amélioration du débit de véhicules, qui peuvent alors se déplacer non seulement plus vite et plus loin mais aussi en plus grand nombre.
La recherche de la mise en adéquation exclusivement quantitative de l'offre et de la demande a conduit à différentes méthodes d'estimation et de prévision des trafics.

La méthode développée par les ingénieurs américains, à la mode dans les années 1960 et encore dominante aujourd'hui est celle des modèles dits « à quatre étapes ». Ce modèle global est dit séquentiel et il prend en compte la demande de manière agrégée (Stopher et Meyburg 1975). Son fonctionnement repose ainsi sur la combinaison de quatre modules qui sont linéairement associés les uns après les autres, de manière séquentielle. Le module de génération estime une quantité de trafic à partir d'un découpage zonal et d'une structure réticulaire. Le module de distribution localise ces flux par zones avant que celui de répartition modale ne les répartisse par mode et enfin le module d'affectation affecte ces masses par arc. Ces modèles, bien que faisant l'objet de nombreuses améliorations (Ortuzar et Willumsen 1994), ont été violemment critiqué pour leur rigidité et leur imprécision (Merlin 1991).

Les approches désagrégées, développées par l'économiste américain Daniel McFadden, ont peu à peu conquis des modélisateurs en grande partie autour des modèles dits « de choix discret ». Le choix des modes et des chemins est simulé au niveau de l'individu, la demande étant segmentée et le comportement moyen affiné. Ces choix sont le fruit d'un calcul d'une fonction d'utilité stochastique, dont le niveau dépend d'un ensemble de variables propres au chemin, à l'individu et aussi à des composants non mesurables représentés par une fonction aléatoire (Banos 2001).
Ces modèles désagrégés se rapprochent donc d'une vision économiste des déplacements et le calcul des fonctions d'utilité fait l'objet de nombreuses formulations différentes concernant les termes aléatoires selon que l'on postule une loi normale (modèle PROBIT), logistique (modèle LOGIT) ou autre ou encore que l'on combine les deux (voir CERTU et ADEME 1998, CERTU 2003, Lee 2004).

L'amélioration de ces modèles passe aussi par la précision des résultats dans la prise en compte des variables : le temps, (De Palma et Fontan 2001), le découpage zonal (Audard 2007) ou encore les relations entre les modules, entre autres.

Malgré ces améliorations contemporaines, les modèles de choix discrets souffrent de limites techniques et surtout de présupposés théoriques handicapants.
Le postulat de rationalité est en effet critiquable en plusieurs aspects. Pour autant que cette rationalité soit réduite à une maximisation de l'utilité, ce qui est discutable, elle sacrifie les complexes considérations psychologiques et sociologiques au profit de la seule économie. De plus, la rationalité est un *a priori* qui devance la détermination même de la demande (Kaufmann 2000). Ainsi les modèles de choix discret butent sur des obstacles par leur simplification excessive des comportements.
De la même manière, les modèles classiques de trafic considèrent les déplacements d'une manière segmentée et indépendante. Or il est désormais reconnu que les déplacements sont dépendants le uns des autres, combinés, enchaînés (les fameux *stop and go*), et soumis aux comportements des autres individus, dans le cadre d'un ménage par exemple. Une fois encore, les approches ont su se renouveler et proposer des améliorations mais les problèmes évoqués n'ont pu être résolus dans ces modèles classiques de génération de trafic, qui restent approximatifs en-dehors de l'échelle macrogéographique (Banos 2001).

En effet, ces modèles occultent une grande partie des caractéristiques du territoire, se concentrant sur des hypothèses de comportements, simulés ou observés par l'intermédiaire d'enquêtes.
Si les modèles de choix discrets peuvent se révéler efficaces pour la prévision de trafic, ils peuvent difficilement porter une analyse prospective car la formulation des fonctions d'utilité est dépendante des conditions initiales de modélisation. L'usage de ces modèles dans une perspective d'aménagement du territoire et de projets territoriaux doit donc être limité.
Malgré les développements, parfois riches, ces modèles de trafic restent marqués par leur origine : la réponse aux contraintes techniques.

Au lieu de se saisir des problématiques territoriales, ces approches classiques se bornent à une mise en adéquation de l'offre et de la demande de transport : dans cette logique l'aménageur en est réduit à construire le bon tuyau étant donné le flux. Or les parties précédentes suggèrent que les réseaux de transport ne sont pas uniquement des tuyaux, mais que des centralités, des inégalités, des appropriations se construisent et s'organisent autour, avec et dans les réseaux de transport. Une meilleure prise en compte du territoire « derrière » le réseau est donc indispensable.

I.3.2 Adopter une démarche modélisatrice

Au sein des travaux portant sur les relations entre transport et territoire dans une perspective d'aménagement, les approches introduites précédemment sont essentiellement des analyses « transport » et peuvent apparaître comme « *a*-territorialisées ». À l'opposé, nous présenterons les approches concentrées sur les processus territoriaux comme « *sur*-territorialisées ».

En effet, si les caractéristiques techniques ou économiques des transports ne sont pas nécessairement occultées, l'analyse se concentre sur la prise en compte des dynamiques et processus des territoires et des sociétés qui y vivent. Les mécanismes d'appropriation territoriale des réseaux de transport sont alors méthodiquement analysés.

Ces processus d'appropriation se divisent en deux parties : appropriation individuelle et appropriation collective.

Les recherches portant sur l'appropriation individuelle des transports prennent souvent la forme d'un travail de recensement de pratiques par l'enquête ou le sondage afin de déterminer des comportements de mobilité (Affandi 1993, Pinson et Thomann 2001). L'objectif peut en être d'enrichir le corpus sociologique (Le Breton 2004, Stock 2006) mais la dimension opérationnelle est bien présente s'agissant de déplacements d'individus dans l'espace (Orfeuil et Massot 2005, Wenglenski 2006). Nous pouvons associer à cette branche les travaux portant sur l'analyse des représentations (cartes mentales, voir Poublan-Attas 1998).

L'ensemble de ces approches est porté par des méthodes d'enquêtes qui peuvent être soumises à critique. En effet, quelles que soient la représentabilité et la validité des échantillons sondés, les enquêtes restent des instantanés d'une situation donnée à un moment donné. Ainsi, si la méthode est universelle, les résultats dépassent rarement le champ de l'application locale, ou alors de manière explicative et non prospective.

Les processus d'appropriation collective des réseaux de transport sont quant à eux étudiés au niveau institutionnel et par le champ d'une géographie politique. L'aménagement du territoire est fortement dépendant des processus décisionnels et l'étude des jeux d'acteurs régissant le devenir des projets et des aménagements permet d'apporter un éclairage sur l'aménagement local (Menerault 1996, Paris 2004, Bachelet, Menerault et Paris 2006).
Dans le même ordre d'idée, d'autres travaux prennent comme objet d'études des outils, des structures ou encore des dynamiques institutionnalisées et tentent d'analyser et de formaliser leur rôle dans la construction des territoires par les transports. Il peut s'agir du pôle d'échange (Richer 2007), de l'intercommunalité (Gallez et Menerault 2005) ou de l'appropriation de la grande vitesse (Menerault 1998).
Ce type de recherche apporte des enseignements sur la manière dont les pouvoirs publics s'approprient les réseaux de transport. Mieux encore, ils suggèrent des projets ou des

préconisations d'aménagement des transports à l'aune des processus de fonctionnement de l'action publique.
Cependant, l'essence de ces approches est véritablement constituée par les processus territoriaux. Par cette voie, elles s'éloignent des questions de transport et l'analyse est essentiellement centrée sur des critères du territoire. Si la compréhension des enjeux de transport est plus large, son estimation en est moins précise. Le caractère discriminant est l'absence ou la faiblesse de **mesures**.

Notre travail est guidé par la volonté de construire un outil d'aide à la décision et donc de proposer aux décideurs une méthode d'évaluation des transports sur des critères territoriaux. En revanche, les caractéristiques rétistiques des transports ne peuvent être complètement occultées car elles représentent des leviers pour le fonctionnement des territoires et l'appropriation. Notre position réside en amont des processus décisionnels, et l'objectif n'en est pas de les étudier, mais consiste à permettre l'évaluation de projets par une méthode formalisée.
Cette évaluation signifie la comparaison de réseaux et se construit donc autour de la notion de **performance**. À l'instar de nombreux domaines, la performance permet la comparaison des situations. Or la manière la plus percutante, la plus efficace et la plus directe de transmettre une performance reste l'analyse quantitative à partir de **mesures**.
En dehors de ces visées opératoires, notons que la production d'**indicateurs** est une fonction de l'analyse géographique. Comme l'écrit Jacques Maby, l'indicateur est à la fois « *une information résolvant une incertitude problématisée dans une démarche scientifique* » (Maby 2003 page 24) et « *dialectiquement lié à une démarche analytique qui tout à la fois le rend nécessaire et lui est nécessaire* » (Maby 2003 page 26). De plus, « *l'indicateur entretient une proximité empirique qui est un gage de distance autocritique pour le chercheur* » (Maby 2003 page 29). La quantification de processus spatiaux et la production d'indicateurs a donc un rôle opérationnel et scientifique.

Si les approches techniques ou économiques se concentrent sur les transports et simplifient excessivement le territoire, les analyses territoriales perdent l'intérêt opérationnel de la mesure. Il paraît donc enrichissant de se situer entre ces deux extrêmes en adoptant une démarche modélisatrice et territorialisée.

Les modèles, sans entrer dans la finesse des acceptions, sont généralement compris comme des représentations simplifiées de la réalité utilisant un formalisme (Langlois et Reguer 2005). Ce formalisme, ce langage, doit être compréhensible et reproductible pour éviter de masquer des processus et d'assimiler le fonctionnement des modèles à une boîte noire. L'utilisation abusive des modèles « opaques » en sciences sociales peut ainsi conduire à des dérives de déresponsabilisation dans la récupération politique des résultats (Dobruszkes et Marissal 2002). D'autres critiques sont habituellement formulées à l'endroit des modèles quantitatifs dans les sciences sociales.

On leur reproche particulièrement leur caractère désincarné et l'escamotage de la complexité des comportements humains, à la base des structures spatiales (De Coninck 1978).
Les modèles, en particulier mathématiques, apparaissent comme déterministes dans leur déni des particularités sociales et territoriales. Le résultat est donc non seulement approximatif par la simplification inhérente au calcul mais encore paraît plaqué sur les réalités sociales (Dobruszkes et Marissal 2002). Certains types de modèles de trafic par exemple « *évitent de poser les vrais enjeux sociétaux et spatiaux, dont la domination ou l'aliénation de certains groupes sociaux par les autres* » (Dobruszkes et Marissal 2002 page 18).

Les mêmes auteurs proposent des recommandations à l'usage des modèles en sciences humaines et sociales, et particulièrement dans le domaine de l'aménagement des transports.
- Le modèle théorique, parfois idéologique, ne peut être appliqué de manière mécaniste aux territoires sans un questionnement préalable sur leurs fonctionnements. Les auteurs préconisent d'ailleurs une méthode inductive basée sur l'observation.
- Les écarts au modèle doivent être traités avec autant si ce n'est plus d'intérêt que les résultats du modèle *per se*.
- Les analyses portées par des modèles sont d'autant plus probantes si elles suggèrent des organisations virtuelles plutôt que de s'attacher à décrire des organisations existantes. Les auteurs prônent par exemple le calcul des potentiels comme méthode quantitative « *utile* » (p.20).

En réponse aux nombreuses considérations présentées dans cette partie, nous proposerons donc une approche modélisatrice et quantitative au formalisme intelligible.
De surcroît, l'enjeu sera d'intégrer au maximum des variables territoriales pour se rapprocher des réalités locales tout en assurant la reproductibilité de la méthode. Sans être totalement empirique, le modèle ne consiste pas en une application de la conception « *sémantique* » (Langlois et Reguer 2005 p.39 de la modélisation qui veut que la méthode concrétise une théorie. Notons bien d'ailleurs que notre modèle est fondé sur l'émergence de structures spatiales à partir des comportements individuels, dans une approche dite « *bottom-up* » ou « *émergentiste* », et non pas sur le plaquage de structures existantes sur un territoire donné.
Enfin, le modèle sert une analyse de potentiel et ne prétend pas à la satisfaction d'une demande de transport donnée. Les résultats ne donneront lieu à aucune interprétation au-delà de ce que permet le modèle et seront mis en lumière avec des réflexions territoriales locales pouvant enrichir les informations chiffrées.
Ce faisant, nous nous inscrivons dans la lignée de nombreux modèles traitant des transports et du territoire.

I.3.3 Intégrer des variables et des valeurs territoriales

Nous ne sommes certainement pas les premiers à s'interroger sur la réalité territoriale des modèles de transports et sur l'incorporation de variables territoriales dans les modèles de transport. Si Gabriel Dupuy a très tôt formalisé ces relations et posé les jalons des analyses

quantitatives (cf. partie I.1 et I.2), les approches modélisatrices datent pour l'essentiel des années 1990.

On peut citer pour note, dans le domaine des prévisions de trafic, le logiciel MATISSE (Modèle d'Analyse du Transport Interrégional pour des Scénarios de Services en Europe) développé à L'INRETS. C'est le premier modèle qui entrevoit les avantages à prendre en compte les qualités du service de transport par l'intermédiaire d'un accès à la grille horaire pour prévoir la géographie des déplacements.
Cependant, les premiers réels efforts de rapprochement entre des caractéristiques territoriales et une analyse de transport doivent être attribués à Nikolaos Stathopoulos. En effet, durant sa thèse, il a conçu le logiciel RETIS en collaboration avec la RATP pour l'évaluation des qualités connectives des réseaux de bus de banlieue parisienne (Stathopoulos 1990). La grande nouveauté de son approche et de son travail de modélisation a été la prise en compte de pôles urbains, considérés comme stratégiques et dirigeant la conception des réseaux.
Faisant suite à RETIS, le logiciel CRAPO, développé par Jian Jiang (Conception des Réseaux Assistée Par Ordinateur) a généralisé la mesure des qualités connectives des réseaux dans un réel souci de prise en compte des conséquences territoriales des transports (Jiang 1993).
Les transports n'étaient donc plus seulement appréhendés par et pour leurs qualités circulatoires : les points d'accroches au territoire avaient pour la première fois un intérêt modélisable. De plus, l'intérêt du logiciel était aussi de montrer les effets que les réseaux de transport pouvaient être susceptibles d'impliquer sur les territoires, en particulier les déformations de l'espace.
Par la suite, Nikolaos Stathopoulos développera son approche, notamment par la méthode d'analyse multicritère ELECTRE, toujours dans la volonté de « *s'éloigner […] des modèles de prévision de la demande, pour se concentrer notamment sur les effets territoriaux de la distribution de l'offre et les problèmes d'équité d'accès au réseau, en élaborant, pour y parvenir, un ensemble de concepts, d'indicateurs ou de méthodes inspirés notamment de la théorie des graphes…* » (Stathopoulos 1994 page 3).
Des variables comme le nombre de pôles accessibles avec ou sans correspondance étaient mobilisées dans l'analyse.
Ces approches ont constitué un formidable apport pour la compréhension de l'inscription territoriale des réseaux en « *déplaçant le contexte de l'évaluation de la performance d'un réseau d'une logique de flux connue des spécialistes et somme toute assez ésotérique pour les autres acteurs urbains concernés* […] *à une logique territoriale dans laquelle l'opérateur du transport doit justifier son action planificatrice sur la base de référents et de concepts simples compris par la grande majorité des acteurs impliqués* » (Stathopoulos 1994 p. 15).
Quoi qu'il en soit, les contraintes techniques de l'époque se posaient en véritables handicaps. La modélisation du service de transport était en effet limitée en particulier au niveau des connexions et de la prise en compte des horaires (Stathopoulos 1997). Depuis 1997, de nombreuses approches ont à la fois perfectionné la modélisation du service de transport et amélioré l'intégration des variables territoriales.

En particulier, l'école de Tours, anciennement CESA et maintenant Ecole Polytechnique Universitaire, a développé bon nombre de ces perfectionnements.
Dans le domaine des modèles de trafics, les améliorations techniques ont permis de simuler des flux multi-échelles (locaux ou de transit), à l'évolution différentielle et dans un espace multinodal modélisé par le logiciel D-LOCAT (Mathis 2003a). Les conséquences sur l'organisation urbanistique de la ville de Tours ont pu émerger de cette modélisation très sophistiquée de plusieurs caractéristiques urbaines. Cette approche est encore aujourd'hui développée en empruntant à plusieurs outils de modélisation (graphes, SMA, automates cellulaires…) pour réaliser une véritable interaction entre l'offre et la demande de transport (Buguellou 2005). Cette méthode permet à la fois de prendre en compte finement les caractéristiques de l'espace et de modéliser non moins finement les comportements à l'aide de règles simples. Celles-ci se caractérisent par une prise en compte de la temporalité et de la spatialité des activités, l'usage de temps discrétionnaires et la possibilité d'un apprentissage de la part de l'individu, ce qui correspond plus fidèlement aux réalités des comportements de déplacement. Une méthode similaire a été utilisée pour modéliser les émissions de polluants dans le logiciel TUREP développé par Christophe Decoupigny ou encore pour analyser la vulnérabilité des réseaux dans des situations perturbées dans PERTURB (Coquio 2008).

En-dehors du domaine des flux et des trafics, l'analyse des réseaux et de leurs effets territoriaux a aussi bénéficié des améliorations techniques.
Laurent Chapelon, par exemple, a largement amélioré les mesures des performances des réseaux au sein du logiciel NOD (devenu depuis MAPNOD), avec en particulier la méthode du zoom nodal (Chapelon 1996). Ces améliorations vont clairement dans le sens du territoire car ils permettent de prendre en compte l'un des principaux traits des espaces : leur caractère multi-échelle. La précision des échelles de déplacement et en un certain sens l'appréhension de leur hiérarchie est un grand pas en avant. Les nœuds de transport n'ont ainsi pas tous la même dimension, le même rôle dans les dynamiques territoriales et à l'intérieur même de ces nœuds un espace existe, et des déplacements le parcourent.
De plus, Laurent Chapelon a aussi été un des premiers modélisateurs à concevoir les inégalités comme une variable indispensable à prendre en compte dans l'évaluation des transports (Chapelon 1997, Chapelon 2004). L'intégration de nombreuses variables socio-économiques et leur quantification directe au sein des mesures des performances des réseaux constitue en outre un rapprochement développé des transports et des territoires (Chapelon, Jouvaud et Ramora 2004).

Le même constat peut être fait pour plusieurs modèles conçus et développés à Tours à la fin des années 1990. Ainsi les modèles RES et RES-DYNAM évaluent un système de transport par l'intermédiaire de son impact sur un système de villes. La hiérarchie des villes et la hiérarchie des réseaux sont ici clairement confrontées et la modélisation dynamique permet de simuler des stratégies résidentielles fondées sur des données spatialisées telles que le prix du foncier ou les fonctions urbaines (Baptiste 1999).

Une méthode similaire est développée par Fabrice Decoupigny dans le logiciel FRED (Fréquentations et Déplacements). Au départ l'intérêt de la méthode était de modéliser en même temps et selon deux modes de calcul différents des déplacements motorisés et pédestres dans les espaces naturels de loisir (Decoupigny 2000). Les motifs des déplacements et la particularité des espaces était prise en compte, ainsi que les spécificités des modes. Ainsi pour la partie pédestre une modélisation fine des espaces physiques, en particulier les différences de pente, a été réalisée. Avec le temps FRED est devenu une plateforme de modélisation et désormais elle sert une grande prise en compte des variables socio-économiques spatialisées dans des analyses de potentiel des réseaux (Decoupigny et Fusco 2008). En particulier, les surfaces urbanisables, liées aux caractéristiques des réseaux de transport, permettent d'établir des pressions potentielles sur le foncier (Decoupigny, Fusco, Conesa, Passel, Ravera et Scarella 2009).

Parallèlement, les représentations des effets territoriaux, notamment en matière d'espace-temps, des réseaux de transport ont fait l'objet d'une modélisation de l'espace en trois dimensions dans le logiciel MAP (puis MAPNOD), développé par Alain L'Hostis (L'Hostis 1996). L'union de MAP et NOD a donné naissance à un logiciel portant différentes analyses très territorialisées des réseaux de transport, non seulement par la qualité de la représentation du service de transport mais en plus par la finesse du questionnement relatif aux appropriations territoriales de ces réseaux (Chapelon, Baptiste, Coquio, Jouvaud, L'Hostis, Mende et Ramora 2005, L'Hostis, Decoupigny, Menerault et Morice 2001, L'Hostis et Baptiste 2006, Menerault et L'Hostis 2000).

Les hiérarchies, les structures, les lignes de force, les clivages territoriaux et en un mot tout ce qui peut faire l'objet d'une structuration par les réseaux de transport a été étudié, nous y reviendrons plus précisément dans les parties méthodologiques.

Notons bien que d'autres approches, utilisant des méthodes différentes que celles de l'école de Tours, réalisent aussi une intégration des variables territoriales dans la modélisation des réseaux de transport. Citons pour information les méthodes développées par Giovanni Fusco autour de RES-BAYES ou de la plateforme ART, ou encore les modèles s'appuyant sur la morphologie des réseaux pour comprendre ou expliquer des fonctionnements spatiaux : la géométrie fractale (Frankhauser 1998, Genre-Grandpierre 2001), Tulip (Amiel, Mélançon et Rozenblat 2005) ou encore SpaceSyntax (Chiaradia, Moreau et Radford 2005).

Quelle que soit leur puissance prospective, ces modèles morphologiques négligent une grande partie des fonctionnements des systèmes de transport, liée aux variables temporelles.
De plus, les modèles morphologiques prêtent souvent à la critique par leur caractère déterministe et leur nature peu explicative, les modèles étant aussi destinés à comprendre et faire comprendre des processus (Sanders 2001).

Le fait est que l'intégration entre analyse de transport et éléments de territoires a plutôt été réalisée à notre connaissance dans des approches mêlant les compétences autour du codéveloppement entre transport et aménagement du territoire (Menerault, Barré, Conesa, L'Hostis, Pucci et Stransky 2006). Ces approches se sont appuyées sur un modèle d'aide à la décision particulièrement adapté à la communication des effets territoriaux des systèmes de transport, que nous décrirons par la suite.
C'est donc en s'appuyant sur ces méthodes que nous allons tenter de construire une approche intégrée des analyses de transport et des possibilités qu'ils offrent à la structuration territoriale.

Conclusion
Un bref tour d'horizon des analyses de transport permet de tirer des enseignements utiles pour la construction de notre démarche.
Tout d'abord, les analyses de transport classiques se distinguent par une méconnaissance et un déni trop grand des complexités territoriales. Partir de ces approches serait donc malaisé.
D'un autre côté, les recherches portant sur les processus d'appropriation des réseaux s'éloignent de l'analyse des transports et, si elles ont un intérêt opérationnel indéniable, elles peinent à constituer une aide directe à la décision par l'absence de simulation concrète et de quantification. Les choix sont en effet plus difficiles à justifier.
Un certain nombre de modèles se singularisent par la combinaison d'une méthode modélisatrice solide et d'une intégration satisfaisante des variables territoriales. C'est dans cette branche que notre travail se positionne. Il faut alors remarquer les pistes proposées par le passage en revue de ces modèles :
- Une bonne intégration territoriale et surtout la suggestion d'une appropriation par les comportements de déplacement passe par une **représentation la plus complète possible du service de transport** ;
- Il est nécessaire d'intégrer, à un moment ou à un autre du processus analytique, **la hiérarchie et les structures spatiales** des territoires ;
- Il est préférable de ne pas faire l'économie **d'une réflexion sur les inégalités** afin de se saisir pleinement des problématiques transport/territoire.

Conclusion Chapitre I

Les territoires et les réseaux de transport entretiennent des interrelations de différentes natures et d'intensités changeantes. Si les transports sont à la fois une expression du pouvoir politique sur un territoire et un outil de maîtrise de la distance spatiale, ils constituent aussi un outil d'aménagement du territoire. En effet les caractéristiques rétistiques des transports peuvent participer, suggérer, favoriser ou inciter une structuration du territoire.

Afin, de mener une recherche à la fois analytique et orientée vers l'action, nous avons sélectionné une démarche modélisatrice intégrant tant que possible les caractéristiques territoriales des réseaux. Ainsi les hiérarchies urbaines et les comportements de mobilité potentielle afférents doivent être considérés.

Or ces hiérarchies urbaines subissent depuis quelques décennies au plus des évolutions décisives et bouleversantes. Plus largement, les territoires connaissent des mutations qu'il est indispensable d'intégrer à la réflexion avant d'espérer agir par l'intermédiaire des transports.

Chapitre II : La métropolisation, bouleversement des interactions transport/territoire

Le chapitre I permet de concevoir les réseaux de transport comme des outils de l'aménagement du territoire. Or ce territoire, jusque là théorique, est à situer dans un contexte. Quels territoires les réseaux de transports sont-ils susceptibles de structurer ? Les dynamiques spatiales et territoriales actuelles dessinent une situation dans laquelle les réseaux prennent une place cruciale dans la construction des espaces, en particulier autour de la notion d'accessibilité.

L'accessibilité est en effet un concept opérant qui nous permet de mieux saisir quelle peut être la nature d'une analyse des possibilités de construction territoriale offertes par les réseaux.

Cet arsenal théorique et méthodologique nous permet de formuler de manière définitive notre problématique et nos objectifs.

II.1 Un ensemble de processus récents

Depuis les années quatre-vingts, des mutations de l'économie et de la société se sont manifestées avec beaucoup de vigueur. Progressivement, ces évolutions se répercutent sur l'ensemble de la surface du globe. L'espace géographique est donc transformé par ces changements qui se manifestent de plusieurs manières.

Ces processus ont reconfiguré les espaces, d'abord urbains, puis le reste des territoires. Les configurations et les relations spatiales ont ainsi fortement évolué.
La place et le rôle des réseaux de transport dans la territorialisation s'en sont *de facto* trouvés modifiés.
L'intérêt de la définition de ces changements est ainsi de reformuler les relations entre transports et territoires et surtout de préciser en quoi les transports peuvent jouer le rôle de structuration des territoires.

II.1.1 La métropolisation, une concentration quantitative et qualitative

On peut considérer que la fin du XXe siècle a marqué un décalage entre deux générations. S'il se manifeste le plus évidemment sous un versant culturel et social, il est aussi le fruit de changements profonds sur les plans économiques, institutionnels, technologiques, environnementaux et dans les rapports à l'espace.

Aujourd'hui plus vite qu'avant, les mentalités, les modes de vie et les mécanismes qui les régulent ont évolué et, par agrégation, les structures autour desquelles les sociétés s'organisent s'en trouvent renouvelées. Ces *« processus généraux techniques et économiques qui transforment le monde* » (Ferrier 2001), désignés par le terme de globalisation, ont bien sûr un impact capital sur les territoires.
Considérant la territorialisation comme le processus selon lequel les individus et les sociétés « humanisent » l'espace, et comprenant tous les procédés d'appropriation, on peut définir la métropolisation comme une nouvelle étape de territorialisation de l'espace géographique mondial. Ce caractère nouveau du phénomène relève d'un discours désormais répandu.
Ainsi Jacques Lévy (Lévy 2003b) pense que se référer au terme métropolisation est encore malaisé car le modèle n'est pas encore arrivé à maturité. Il sépare le processus de métropolisation de celui d'urbanisation, comme l'approche de la sociologie urbaine (Bassand, Kaufmann et Joye 2007).

J.-P. Ferrier va plus loin, il présente, dans une approche « *topochronique* » des processus de métropolisation (Ferrier 2000), une époque de "Modernité 3", dont la métropolisation est le

processus spatial. Ainsi, il propose l'époque de la métropolisation comme celle du post-urbain, entendant le métropolitain comme le nouveau qualificatif du territoire.

Périodisation	**Modernité 1 (Mé1)**	**Modernité 2 (Mé2)**	**Modernité 3 (Mé3)**
Géographie	Territoire (T)	Territorialisation (T°)	Territorialité (Té)
Processus spatial	**Ville/Campagne**	**Urbain**	**Métropolisation**
Secteur économique	Primaire	Secondaire	Tertiaire
Mode de déplacement	Marche	Chemin de fer	Automobile ; avion

source : Jean-Paul Ferrier, ***Les processus majeurs de la territoiralisation de la Terre***

Figure II- 1 : Les trois modernités des rapports des sociétés à l'espace (Ferrier 2000)

La figure II-1 résume les idées de Ferrier. La Modernité 1 commence à l'Antiquité grecque et est caractérisée par une géographie apportant une connaissance « objective » des territoires. Elle prend fin au début du XXe siècle quand lui succède la Modernité 2, identifiée par le développement de l'analyse spatiale, soit l'étude des processus qui transforment le territoire (territorialisation). La Modernité III, et l'intérêt pour la territorialité, aspects subjectifs du territoire comme par exemple le paysage[5], doivent attendre les années soixante-dix et la chute du fordisme pour apparaître.

La métropolisation est donc un phénomène récent et bouleversant les rapports de l'Homme à l'espace. Sa nature est moins aisée à définir. Jacques Lévy définit la métropole comme une « *configuration qui rend possible l'accès à un niveau d'excellence à l'échelle mondiale* » (Lévy 2003b). On perçoit ainsi le rôle de la ville, porte d'accès vers l'économie-monde. Les travaux de C. Lacour sur l'intégration économique des espaces partagent cette opinion. Ainsi, la définition de la métropole du dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés comme un « *espace urbain, qui, tout en permettant la participation des acteurs aux processus d'échelle mondiale, reste une société locale* » insiste sur ce point, tout comme les écrits d'Ascher (Ascher 2003) ou beaucoup d'autres.

D'un point de vue étymologique, le terme de métropole provient d'une racine gréco-latine, *metropolis*, signifiant une forme urbaine de grande taille issue d'un noyau initial, le *meter* (la mère). Le vocable métropolisation, au contraire, est très récent. Son sens a quelque peu évolué avec le temps, car son importance grandissante dans le monde changeant a nécessité des réajustements, afin de lui donner la signification la plus précise et complète possible.

Les premières recherches sur les « grandes villes » manifestant les premiers intérêts pour ces ensembles géographiques, datent de plus d'un siècle et concernent les chercheurs étasuniens, comme le montre Guy Di Méo (Di Méo 1993). On citera en particulier Vaughan 1892 sur les capitales du monde et Booth 1903 sur Londres. Mais, toujours selon Di Méo, il faut attendre les années 1960 pour que l'engouement pour les villes de grande taille se matérialise par des monographies spécifiques : Gottmann 1961 sur la Megalopolis est-américaine puis Dalmasso 1971 sur Milan et Ferras 1977 sur Barcelone. Cependant c'est essentiellement dans les années

[5] Le paysage est défini comme l' « *agencement matériel d'espace naturel et social tel qu'il est appréhendé visuellement, de manière horizontale ou oblique, par un observateur* » (Tissier 2003).

quatre-vingts, puis quatre-vingt-dix, en réponse aux mutations économiques et sociales, que les géographes ont perçu la nécessité du concept de métropole et surtout de métropolisation (Gottmann et Harper 1990).
Le terme métropole a donc été entendu dans un premier temps comme désignant une grande ville, soulevant alors des interrogations pour en déterminer le seuil démographique. Gilles Antier propose d'ailleurs un classement cohérent, basé sur les définitions de l'ONU (Antier 2005), figuré sur le tableau 1.

Grande Ville	Métropole	Grande Métropole	Mégapole
200 000 habitant	1 million d'habitants	2 millions hab	10 millions hab

Tableau 1 : Le classement démographique des villes (inspiré d'Antier 2005)

L'auteur insiste sur le fait que ces chiffres ne sont pas déterminants en tant que valeurs brutes et que des phénomènes émergents se mêlent au simple décompte mathématique. En effet, Antier affirme qu'un projet de quartier, même bien mené, ne peut être répété à l'infini dans une métropole : l'aménagement des territoires métropolitains ne peut être la somme des aménagements de ses quartiers (Antier 2005). Une métropole d'un million d'habitants ne se gère pas comme 10 villes de 100 000 habitants. C'est une approche de la complexité métropolitaine qui indique que la métropole ne peut uniquement se définir par un critère de taille.
Ce phénomène suppose donc que certaines villes acquièrent un poids, une position dominante, une dimension qui les distinguerait irrémédiablement des autres. Nous pouvons citer à cet effet la définition de Marcel Roncayolo *« une très grande ville, qui s'exprime par la taille de sa population et celle de l'agglomération qu'elle anime, par son poids économique, politique, social et culturel ainsi que par son pouvoir d'attraction et de diffusion* ». Les premières explications de ce phénomène se sont concentrées sur les transformations économiques, et en particulier la tendance à la concentration.

Un moteur économique

Le principal processus déclencheur de la globalisation est en effet précisément la naissance d'une économie mondiale par l'intermédiaire de l'ouverture des marchés. Les firmes sont ainsi devenues multinationales. La nécessité de combattre à l'échelon mondial et donc de contrôler les gros marchés a poussé les grandes entreprises à s'internationaliser et ainsi fixer leurs sièges sociaux dans des villes possédant un marché important et un accès aux réseaux internationaux. La nouvelle division spatiale du travail, caractérisée par la recherche de la flexibilité et les fonctionnements par groupes, donnant naissance aux holdings, corporations, fédérations et autres a participé pleinement du processus. D'autre part les entreprises externalisent une partie de plus en plus importante de leurs activités et la concurrence entraîne davantage qu'avant la différenciation. La spécialisation est donc remplacée par les grandes

métropoles offrant un ensemble de fonctions d'un niveau hiérarchique élevé. Le reste du territoire doit donc s'organiser autour de ce pôle dominant.[6]

La globalisation de l'économie est également caractérisée par une accélération des rythmes et une course effrénée à la compétitivité. Dans ce contexte d' « économie de l'incertitude », la position des firmes dans la métropole leur assure une sécurité contre les imprévus. Accès aux réseaux internationaux, à l'information, à l'innovation mais aussi donnant des possibilités en terme de publicité, les métropoles concentrent donc les unités de production les plus importantes et deviennent le théâtre de l'économie contemporaine. Pour François Ascher (Ascher 2003), "*l'accumulation du capital (…) rend nécessaire et possible des regroupements urbains de plus en plus importants*." Les entreprises trouvent donc dans l'espace métropolitain les sous-traitants, les organismes de services et la diversité de l'offre de travail (en particulier la main d'œuvre hautement qualifiée) qui leur assurent la meilleure localisation possible.
Paul Claval, (Claval 1976) voit également dans le phénomène de métropolisation une maximisation des contacts pour avoir des rapports directs et fréquents, ce qui est devenu nécessaire chez les directeurs de firme, en raison de l'avènement de l'économie en réseau (réseaux de sous-traitance, réseaux techniques d'innovation etc.).
Fernand Braudel synthétise cette idée en affirmant que la dynamique de capitalisme repose sur le contrôle des échanges « *stratégiques* » en vue de générer le maximum de profits financiers, et que ce besoin de contrôle conduit irrémédiablement à la concentration (Braudel 1985).

La nouvelle organisation économique mondiale revient à comprendre la métropolisation comme un processus de concentration. Celui-ci a fait l'objet d'explications théoriques dans les sciences économiques. Ainsi les économistes spatiaux, menés dans les années quatre-vingt-dix par Paul Krugman, ont insisté sur l'importance des rendements croissants et des effets de centralité (Krugman 2000). La densité réduit les coûts, en raison de la baisse du coût de transport en particulier, ce qui augmente le rendement.
Un ensemble d'externalités positives va naître de la présence d'équipements bénéficiant à toute activité économique, de structures informelles favorisant le face à face et l'interaction spontanée, de la proximité entre centre de recherches, unités de production et main-d'œuvre qualifiée pour favoriser l'économie de l'innovation et donc fortement inciter les firmes à se concentrer (Jourdan 2005, Parr 2003). La logique étant cumulative, une poche de concentration va attirer d'autant plus les agents économiques, provoquant un effet d'entraînement similaire aux mécanismes spéculatifs, sans fin tant que les rendements sont croissants. Comme l'écrit Gabriel Jourdan, « *la concentration appelle la concentration* » (Jourdan 2005).

[6] Notons que la métropolisation a engendré une forme différente de spécialisation, notamment par la création de technopoles sur le modèle de la *Silicon Valley* (comme Sophia-Antipolis), associant recherche et industrie de haute technologie ou encore par les *clusters*, regroupements d'activités spécifiques nécessitant une mutualisation des moyens (citons l'exemple des districts italiens dans la région romagnole autour de Bologne).

Une tendance lourde à la concentration

La métropolisation a donc pour origine des mutations économiques. La géographie des territoires va s'en trouver modifiée. La concentration des agents économiques crée la métropole par sédimentation des vagues de population et croissance démographique.

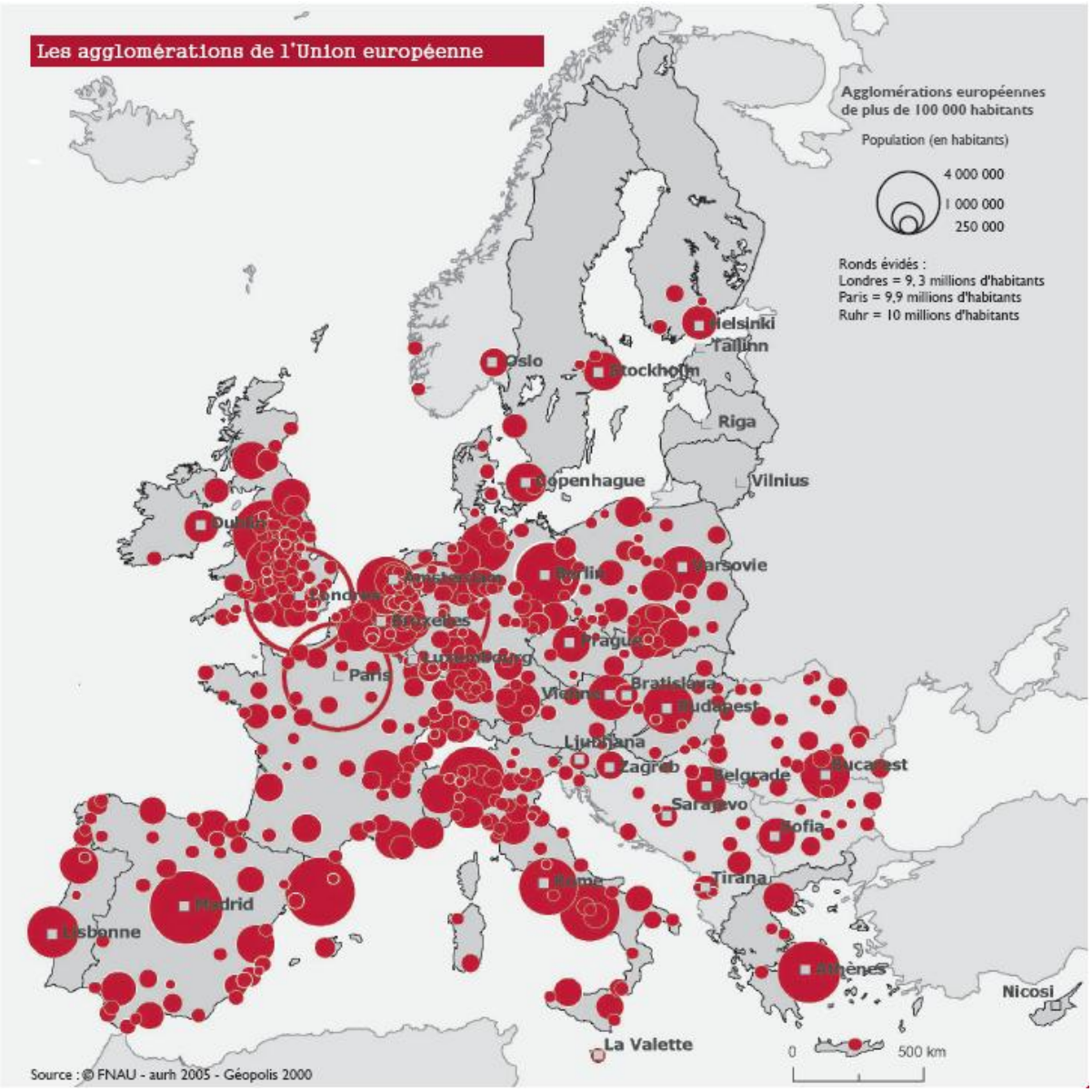


Figure II- 2 : Les agglomérations européennes (FNAU 2006)

Par le même effet d'entraînement décrit précédemment, la concentration des emplois et de la population va s'accompagner de la concentration des activités, du capital, des richesses et des services.

La croissance démographique s'accompagne d'une extension spatiale des grandes villes qui peut s'appréhender par l'évolution de l'artificialisation des sols, de la construction de logements ou par l'apparition des aires urbaines. Ainsi, en 1999, 45 millions de personnes vivaient dans une aire urbaine (contre 41 millions en 1990) et la France métropolitaine

comptait 354 aires urbaines regroupant 77 % de la population (contre 361 aires urbaines rassemblant 73 % de la population en 1990). Le concept d'aire urbaine, produit par l'INSEE pour répondre aux dynamiques métropolitaines, est défini par la part de population communale résidente travaillant dans un bassin d'emploi défini comme ville-centre d'au moins 200 000 habitants. Il correspond à l'idée d'un territoire fonctionnel métropolitain, en constante croissance. Les géographes vont plus loin que l'INSEE en proposant la « *région urbaine* » ou l' « *aire métropolisée* » comme un territoire fonctionnel entre villes à une échelle extrarégionale (Ascher 1995). Aux Etats-Unis, les bureaux de recnesement reconaissent des aires métropolitaines statistiques. C'est aussi de ce pays que viennent les acceptions politiques des entités métropolitaines.

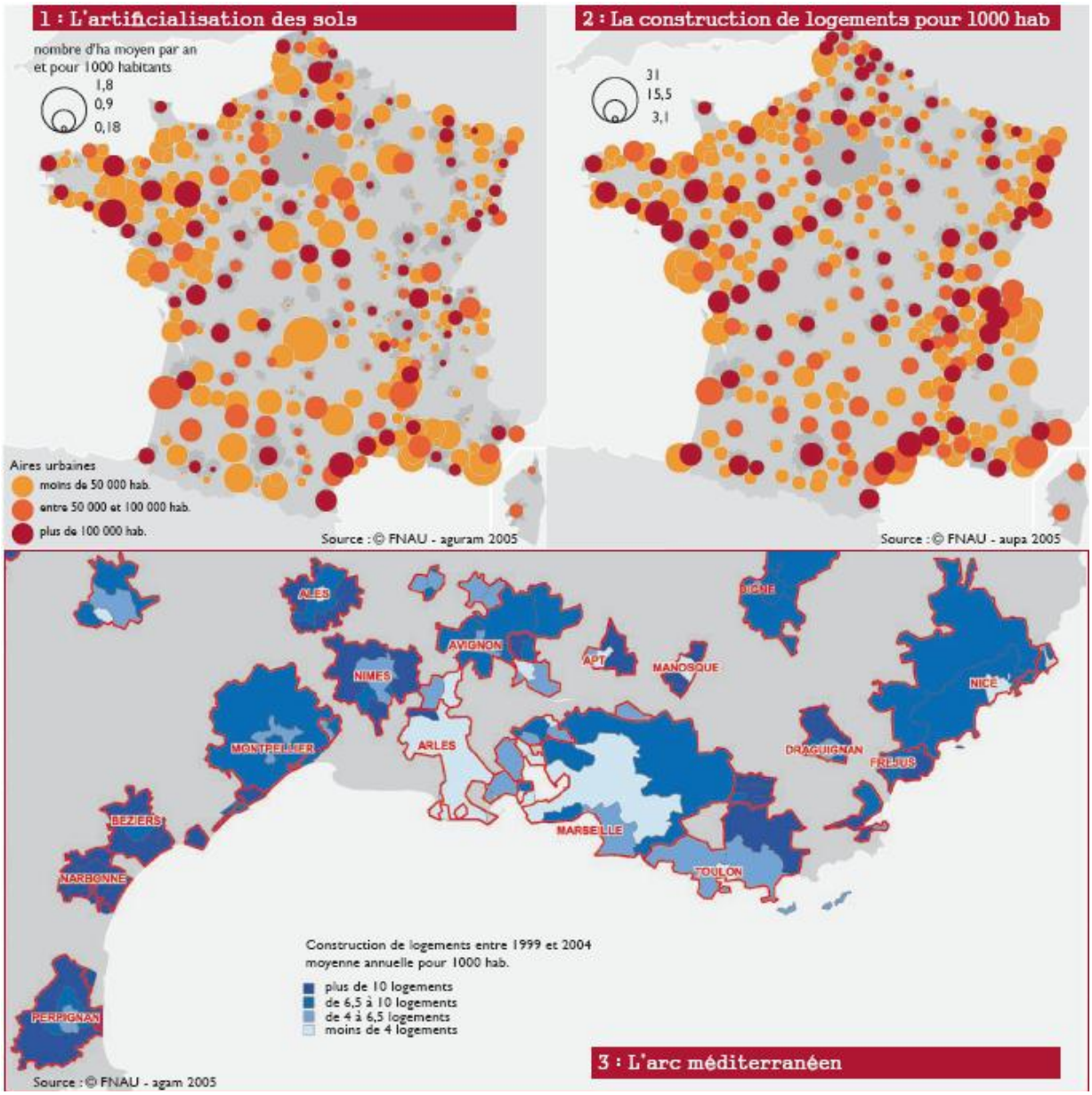


Figure II- 3 : Métropolisation et densification des espaces bâtis (FNAU 2006)

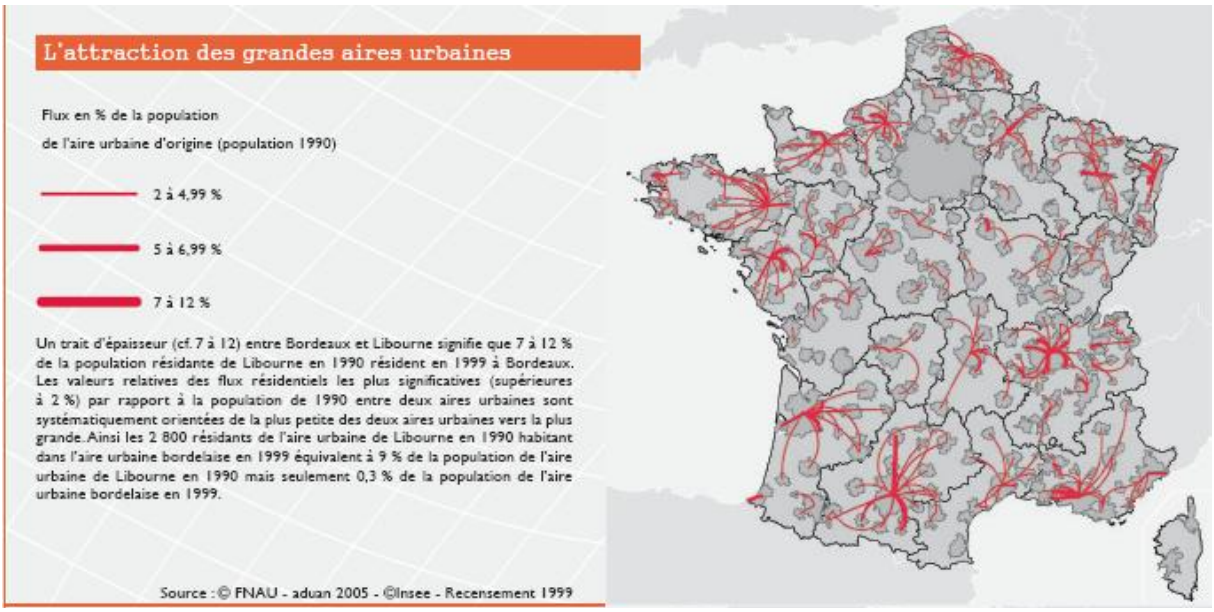


Figure II- 4 : L'extension spatio-fonctionnelle des aires urbaines (FNAU 2006)

Cette extension spatiale traduit une extension du territoire fonctionnel prenant appui sur des lignes de force qui parcourent des réseaux et élargit le territoire des groupes sociaux.
La définition de F. Ascher (voir précédemment) affirme que la métropole "*reste une société locale*", inscrivant ainsi dans l'espace-temps du quotidien des populations les phénomènes globaux.
J. Lévy (Lévy 1999) qualifie le système métropolisé de dense, divers et étendu. Pour P.-H. Derycke (Derycke 1997), la métropolisation se manifeste par l'intégration physique et fonctionnelle d'un grand nombre de communes.
L'intégration régionale des espaces passe pour C. Lacour et F. Célimène (Lacour et Célimène 1997) par une intégration physique, par l'automobile bien souvent, ou encore par absorption, ou fusion, de communes souvent rurales, dans des aires d'attraction métropolitaines, bassins d'emploi ou de loisirs.
Le système métropolisé est donc formé d'éléments divers, ce qui signifie qu'il contient des portions d'espaces où la densité du bâti n'est pas forcément discriminante. J. Beauchard, sous le nom de ville-pays, évoque ce territoire métropolisé composé d'une agglomération et de son arrière-pays rural. Proposant une logique plus culturelle que fonctionnelle, il affirme la nécessité de créer une identité collective par l'aménagement et par l'hétérogénéité pour que l' « *économie patrimoniale s'ouvre à l'économie monde* ». C'est également la vision que partagent C. Lacour et S. Puissant (Lacour et Puissant 1999), à savoir une conception naturaliste du développement, par l'intégration et non la ségrégation. Les auteurs insistent également sur le fait qu'une métropole peut à la fois être très efficace et attractive et posséder des espaces marginalisés et fragiles.

La lecture de cette littérature francophone renseigne aussi sur le territoire métropolitain, espace physiquement et fonctionnellement étendu qui se manifeste par une cohérence des considérations. Gilles Antier pense à ce sujet que la métropolisation doit plutôt être définie

comme une mise en commun de problèmes (Antier 2005). L'entité formée par les groupes sociaux soumis à la résolution de ces problèmes est caractérisée par un sentiment d'appartenance commune qui cimente le territoire métropolitain. Ce territoire est ainsi plus vaste que la métropole au sens strict. Signalons ici que le concept d'« aire métropolitaine » (*metropolitan area*) est d'abord de nature statistique et politique et a été institutionnellement créé en 1950 par le *Bureau of Budget* des Etats-Unis d'Amérique. Leur définition était très proche de celle de l'aire urbaine française développée par l'INSEE.

Comme introduit précédemment, la métropolisation ne saurait cependant être réduite à un caractère quantitatif en terme de volume ou d'extension spatiale. Elle présente un réel versant qualitatif : l'économie s'étant rebâtie autour de fonctions tertiaires et d'industrie de pointe, les métropoles, lieux de richesse, d'innovation et de contrôle, vont accueillir des fonctions supérieures, dites métropolitaines. Ainsi les sièges sociaux, les activités financières et bancaires à haute valeur ajoutée et en général les activités décisionnelles et de contrôle économique (bourses) ou politique (Cour de justice européenne, cours des Comptes européenne…) se concentrent essentiellement dans les métropoles, ou « villes globales » (Sassen 1996). Le caractère discriminant de la métropolisation étant également l'ouverture qu'elle procure sur l'économie-monde, les fonctions présentes ont vocation au statut international. Les grands évènements culturels (foires internationales, festivals internationaux, congrès internationaux etc.), les grands équipements comme les aéroports, grands stades, monuments exceptionnels ou encore musées (le « *Metropolitan museum* » de New York porte d'ailleurs bien son nom) ou encore les fonctions d'échanges d'ampleur internationale se concentrent donc dans des espaces métropolitains.

En outre, la notion de contrôle, d'abord économique puis politique, tient aussi une place prépondérante dans le processus de métropolisation. En effet, la définition des métropoles de Baud, Bourgeat et Bras (Baud, Bourgeat et Bras 2003) « *lieux de commandement de vastes espaces* » insiste fortement sur la notion de commandement, de pouvoir. On peut d'ailleurs remarquer que le mot métropole, dans son sens historique (la métropole par opposition à ses colonies), contient les notions de domination, de contrôle et également de pouvoir. D'ailleurs, ce sens ancien a donné son nom à la « France métropolitaine », qui ne saurait donc être utilisé pour décrire la population ou l'espace français des métropoles. Nous pouvons en outre ranger dans cette catégorie le pouvoir d'information, capital au sein de cette « *nouvelle économie de l'information et de la connaissance* » (FNAU 2006).
Cette concentration de fonctions de haut niveau étant nécessairement corrélée avec la distribution de la main-d'œuvre qualifiée, un bon indicateur statistique de cette concentration sont les Emplois Métropolitains Supérieurs. Les EMS, créés par l'INSEE, représentent les emplois de cadres et d'ingénieurs dans des fonctions de direction et d'encadrement, représentant 11 secteurs d'activités (l'art, la banque-assurance, le commerce, le commerce pour l'industrie, la gestion pour l'industrie, l'information, l'informatique pour l'industrie, la recherche, les services aux entreprises, les télécommunications, les transports).

La part d'EMS dans l'emploi total français est passée de 7.1% en 1990 à 7.9 % en 1999. De plus, leur distribution est sans équivoque : 45% du total national sont localisés à Paris.

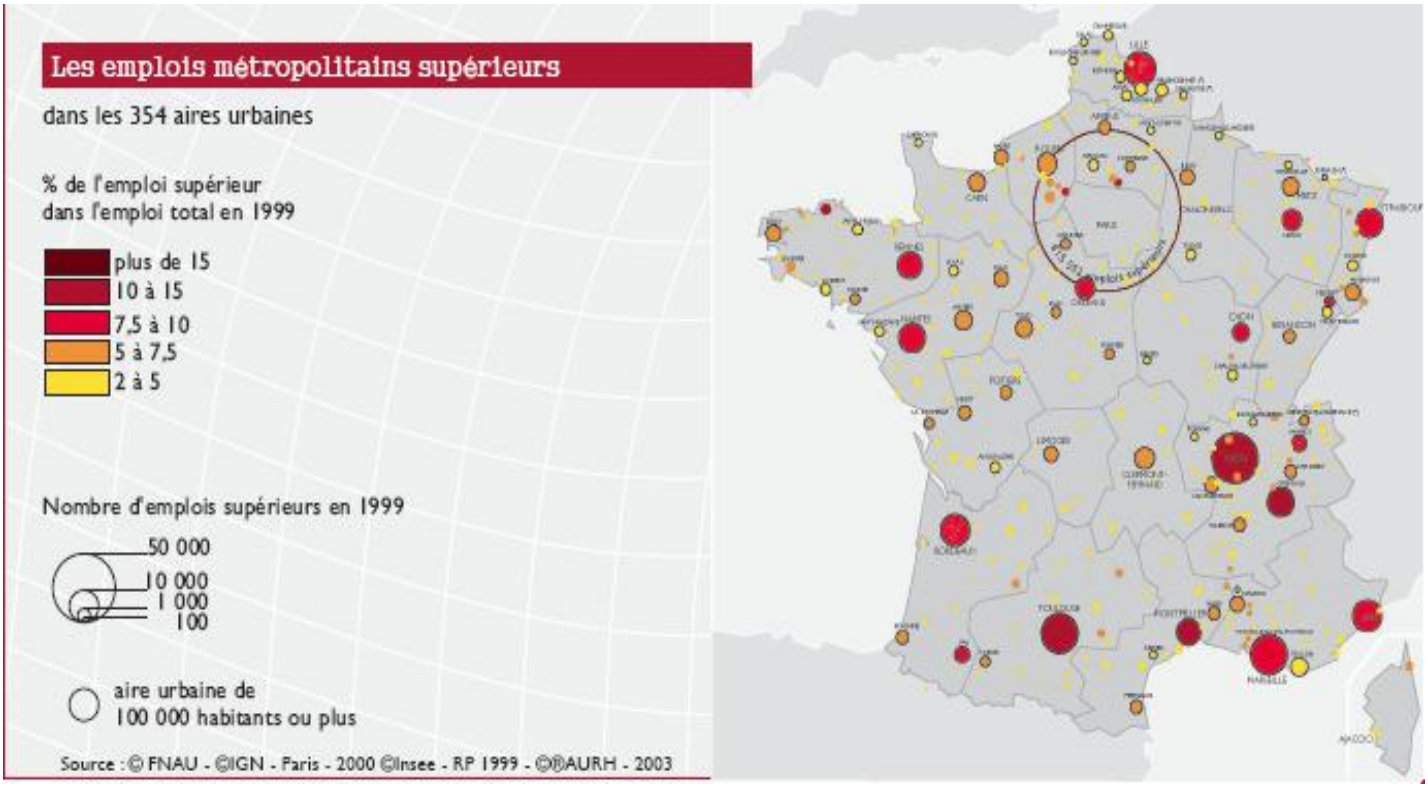


Figure II- 5 : Les emplois métropolitains supérieurs dans les aires urbaines françaises (FNAU 2006)

L'accumulation de ces fonctions donne à réfléchir sur la métropolisation. En effet, jusqu'ici elle a été considérée comme un processus géographique endogène. L'accès à l'économie-monde, la croissance économique, la présence de fonctions de commandement et de décisions laissent à penser que la métropolisation est aussi un objectif de développement. Ainsi, « *si la métropolisation ne se décrète pas, elle peut être stimulée par des politiques d'aménagement du territoire* » (Jourdan 2005).

On considère donc aussi la métropolisation comme un ensemble de stratégies mobilisant les acteurs publics et privés. De nombreux auteurs ont d'ailleurs encouragé un processus approchant une « *gouvernance métropolitaine* » (Goze 1998), capable de donner une conscience des intérêts collectifs aux différents acteurs de l'aménagement du territoire, et également d'arbitrer les conflits naissant entre ceux-ci (Bury 2001).

Des efforts ont en conséquence été faits par les pouvoirs publics pour apporter une cohérence institutionnelle aux territoires métropolitains, par l'intermédiaire de la création d'espaces de projet.

D'une manière législative, ces actions se sont matérialisées par trois lois :

- la loi d'orientation pour l'aménagement et le développement durable du territoire (Voynet) du 25 juin 1999 ;

- la loi relative au fonctionnement et à la simplification administrative (Chevènement) du12 juillet 1999

- la loi relative à la solidarité et au renouvellement urbains (SRU) du 13 décembre 2000.

La transversalité des politiques, en particulier la nécessité de confronter les choix d'aménagement locaux aux intérêts globaux en était le principal objectif. Les différentes collectivités territoriales sont donc appelées à coopérer autour de **projets** communs. Ces projets métropolitains fédèrent les acteurs qui coopèrent selon leurs compétences, qu'elles soient financières, organisationnelles ou autres.

Les processus de gestion et d'établissement de projets politiques communs figurant comme gouvernance métropolitaine aboutissent donc à des structures souples, notamment composées de partenariats ou de « *conférences* » (FNAU 2006). Les illustrations de ces organisations sur le territoire français sont les appels à coopération métropolitaine lancés par la DIACT en 2004 qui se matérialisent par les projets de coopération métropolitains.

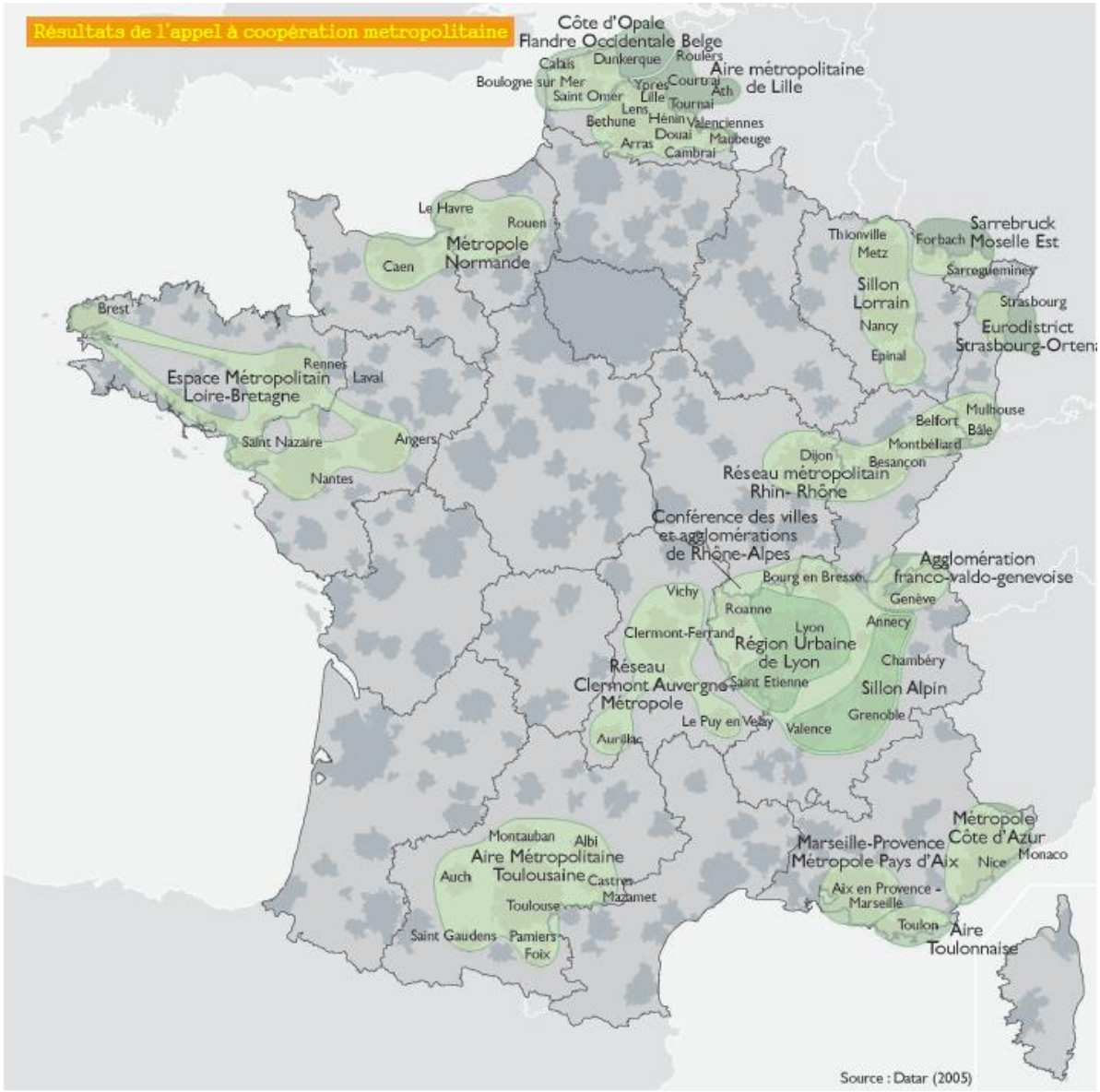


Figure II- 6 : Les réponses à l'appel à coopération métropolitaine (FNAU 2006)

Si l'objectif annoncé est de mobiliser différents acteurs locaux (entreprises, chambres consulaires, universités et recherche, milieux culturels, médias, en particulier à travers les conseils de développement) en prônant une forte coopération entre eux, la démarche relève surtout d'une logique nationale de mise en compétition des territoires. Parallèlement à l'émergence des « *pôles de compétitivité économique* » dans les appels à projets de la DATAR, cette politique est en effet fortement marquée par la volonté de compétitivité économique, suivant les directives européennes de la stratégie de Lisbonne, fondée sur l'économie de la connaissance. Interviennent ici alors deux notions fortes de la métropolisation, celle de stratégie et celle de rayonnement.
Effectivement, dans ce contexte de concurrence accrue due à la libéralisation des échanges et à l'ouverture des marchés, les espaces métropolitains se doivent d'améliorer leurs performances économiques. Les pouvoirs politiques élaborent ainsi des stratégies de développement. La concurrence se manifeste principalement par la course aux capitaux, autant dire la course aux fonctions métropolitaines, comme nous l'avons vu plus haut. Va alors se développer de la part des acteurs institutionnels des politiques de « *marketing urbain* », qui prennent la forme de procédés publicitaires d'attraction des richesses, populations aisées ou entreprises performantes. Le **rayonnement** d'une métropole définit ainsi sa « zone de chalandise », dans laquelle elle exerce son influence et surtout son pouvoir d'attraction.
Les **stratégies** métropolitaines font ainsi partie intégrante du processus de métropolisation.

Les évolutions récentes de l'économie mondiale ont donc un impact prépondérant sur l'espace, traduit par les processus de concentration et de stratégie métropolitaine. Gilles Antier simplifie ainsi le processus historique de métropolisation : accumulation de fonctions secondaires, puis tertiaires, commerciales, financières pour enfin acquérir des entreprises à forte valeur ajoutée et des fonctions de décision de haut rang (Antier 2005). Le même auteur produit d'ailleurs un indicateur original de métropolisation, appelé classement « *plurifonctionnel* » fondé sur le principe selon lequel la grande métropole se manifeste par des fonctions diversifiées. Plusieurs indices représentent des caractéristiques de masse de population, capitalisations boursières, classement au patrimoine de l'UNESCO, nombre de pôles d'innovations ou encore nombre de congrès internationaux par an pour établir ce classement (Antier 2005). L'intérêt pour les transports est fort puisque les flux aéroportuaires et la longueur des réseaux de métro sont aussi pris en compte. En effet, la métropolisation est fortement liée au développement des transports.

II.1.2 Métropolisation et réseaux

Le dévellopement du libre-échange a produit une multiplication des échanges entre métropoles. Cette nouvelle organisation a donné naissance à ce qu'Olivier Dollfus a appelé l'Archipel Mégalopolitain Mondial, écrin de l' « *économie d'archipel* » (Veltz 2005).

De plus, c'est le fonctionnement en réseau des structures de production et de consommation qui a permis la concentration des fonctions de commandement dans les métropoles. L'exemple des relations siège-établissement est probant. La figure II-7 donne un aperçu rapide mais clair de la situation en France. Signalons aussi à ce sujet des travaux plus élaborés dans ce domaine et qui corroborent le propos sur la mise en réseau des villes et des firmes, processus révélateur de la métropolisation (Damette 1994, Cicille et Rozenblat 2003).

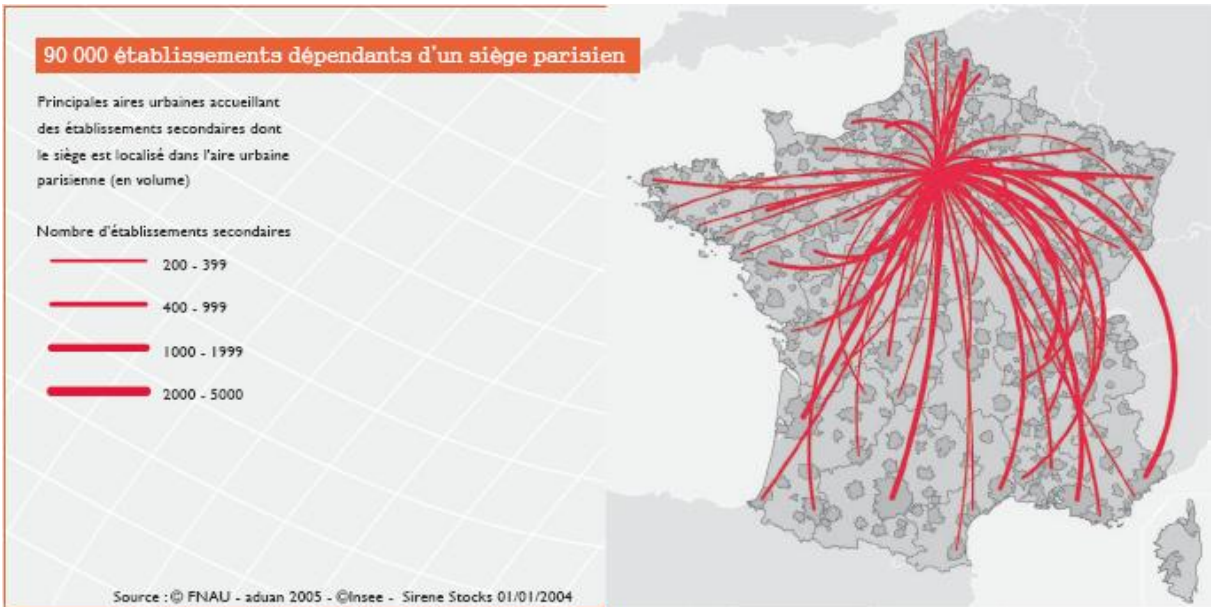


Figure II- 7 : Les sièges sociaux parisiens dans la France des firmes (FNAU 2006)

La métropolisation conduit donc à une mise en réseau des espaces métropolitains. Dès lors la circulation rapide des informations ainsi que la multiplication des interactions deviennent des avantages décisifs pour le développement économique (Claval 1976). F. Ascher (Ascher 2003), J.-P. Ferrier (Ferrier 2000) et d'autres auteurs insistent aussi sur la nécessité de la mise en relation des agents du système métropolitain entre eux pour conserver sa cohérence.

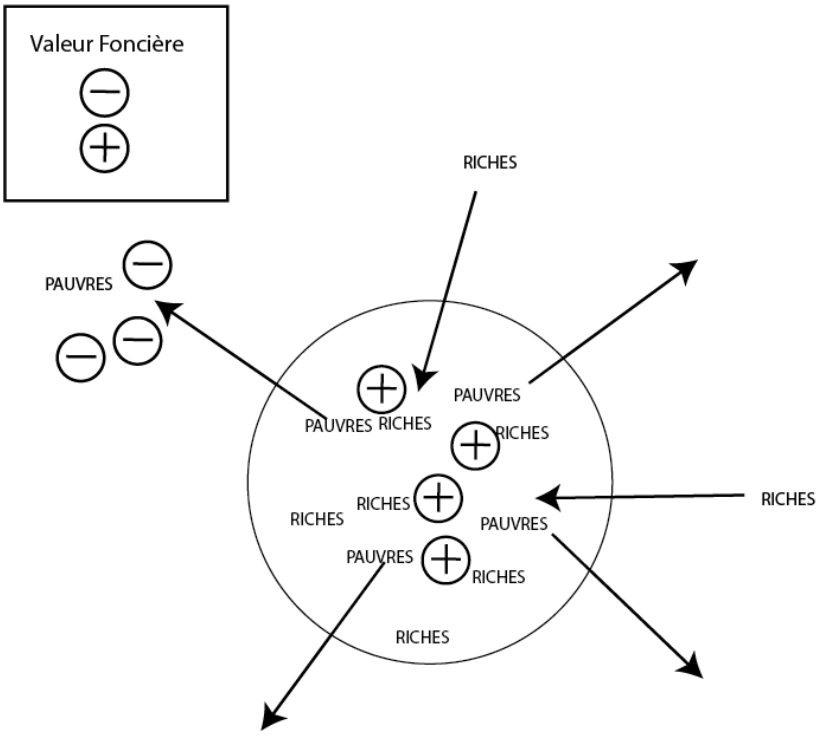
R. Brunet (Brunet 1989) perçoit la métropole avant tout comme un espace de flux, qu'elle régule, confirmant son rôle de vanne du réseau régional. Antier affirme que la métropole est le « *point de passage obligé pour tous types d'échanges* » (Antier 2005).

Enfin, nous devons mentionner l'approche de Jacques Beauchard qui différencie *l'espace-réseau*, mondial et excentré, et l'*espace-lieu*, local et *surcentré*. Les représentations et les temporalités en sont différentes, bien que ces deux types d'espaces soient coprésents dans la métropole. J. Beauchard, qui partage la vision de la métropole comme un ensemble de flux, traduit ainsi l'importance de l'espace-réseau, *i. e.* celui ayant une fonction de circulation dans la métropole (Beauchard 1996).

La métropolisation est donc aussi définie par des processus de mise en relation spatiale. Les réseaux de transport prennent tout leur sens dans le contexte de métropolisation. La métropole se développe comme un point de réseau dominant et assurant la concentration des hommes et des activités. Le rôle de commutateur aux réseaux internationaux joué par la métropole définit une fonction particulière des réseaux entre des échelles différentes. Giddens et Castells ont

chacun dans leur domaine présenté la métropolisation comme l'avènement de la « *société en réseau* » (Castells 1998, Giddens 1994). Peter Taylor a lui mesuré de manière quantitative les capacités du « *World City Network* », donnant naissance à la « *Topological metageography of mercantile modernity* » (Méta-géographie rétistique de la modernité commerciale. Traduction personnelle de Taylor 2004 p. 181). Le mouvement général de réduction des temps de trajet entre les métropoles provoque une réduction des distances inter-villes que Peter Haggett nomme « *urban implosion* » (Haggett 2001 page 247).
Les territoires métropolitains se distinguent ainsi par une prépondérance des territorialités en réseau qui se manifestent par une forte hiérarchie et donc de fortes inégalités.

En effet, les logiques d'accumulation et de concentration de richesses vont mécaniquement accentuer les dichotomies entre les espaces en bénéficiant ; lieux de la métropolisation dans toute son ampleur « internationale », clinquante, mise en scène, et les autres, interstitiels, périphériques, vides, délaissés.
Le capital appelant le capital, les populations à forts revenus vont exclure les populations moins aisées vers des espaces où ils vont se concentrer.



Alexis Conesa 2009

Figure II- 8 : Schéma indicatif de l'organisation de l'espace métropolitain par les revenus

Les mécanismes économiques qui aboutissent à une spécialisation de l'espace peuvent alors s'accompagner d'une ségrégation sociale. Les couches sociales exclues du processus d'accumulation se concentrent ainsi dans des espaces éloignés ou enclavés, dans des conditions d'équipements et d'habitat souvent délicates (HLM). Les dynamiques de

regroupement social vont contribuer à la marginalisation de ces couches pauvres et susciter des tensions sociales menant parfois au conflit.
Michel Bassand (Bassand, Kaufmann et Joye 2007) va même jusqu'à employer le terme de « *chaos de la métropole* » en raison de son éclatement et de sa fragmentation (voir aussi May, Veltz, Landrieu et Spector 1998). Ces processus d'exclusion sont désormais un enjeu des territoires urbains et appellent à des politiques urbaines adéquates (El Haggar, Paris et Shahrour 2003)
Il faut donc signaler que la métropole est le lieu de la fragmentation des territoires par les réseaux et que les inégalités sociospatiales produites par les territorialités en réseau, évoquées dans le Chapitre I trouvent tout leur sens dans ce contexte. La métropolisation et la mise en réseau des territoires se caractérisent ainsi par une importance décisive donnée à l'accès aux réseaux métropolitains.

Conclusion

La métropolisation est appréhendée comme un nouveau processus de territorialisation de l'espace par l'homme, bouleversant les structures économiques, sociétales, culturelles, jusque dans l'éthique[7].
Ainsi, comme l'exprime J.-P. Ferrier : "*Dans les pays développés, sous nos yeux, sans que le public puisse en prendre encore suffisamment conscience, un système nouveau s'est structuré, qui a transformé d'abord les plus grandes régions urbanisées. L'organisation spatiale des phénomènes de résidence et de production, notamment les fonctions les plus élevées de l'activité humaine (centres de décision, recherche, enseignement supérieur, création artistique, services, banques, ...), peut s'opérer de manière non polarisée, au sein des territoires très vastes, naturels et/ou plus ou moins profondément cultivés, exploités, équipés…, des lieux qui peuvent être monumentaux et magnifiquement paysagés…comprenant aussi bien habitat et emploi. Les habitants y déroulent leur vie de manière diffuse car les circulations des informations, des biens et des services, des personnes sont de plus en pus nombreuses et intenses.*"(Ferrier 2000).
Ce nouveau système se caractérise au niveau géographique par des processus de **concentration** et de **croissance** dans les grandes villes ainsi que d'**extension** des périmètres de territorialisation. La **mise en réseau** de l'espace **à plusieurs échelles** en constitue aussi un critère discriminant. La figure II-9 résume tous ces aspects géographiques de la métropolisation.

[7] Bien que généralement définie comme « science de la morale », et selon Chris YOUNES et Thierry PAQUOT (Younes et Paquot 2000) « *L'éthique, selon son étymologie, est un "ethos", c'est-à-dire, une "manière d'être". Séjour de l'homme au monde, elle est un mode d'existence qui s'adresse à chacun et se distingue aussi bien d'une morale comme rapport à soi que d'une pensée moralisatrice pour l'Autre.* » Dans cet ordre d'idée, ne pourrait-on pas affirmer que la métropolisation a modifié l'éthique de nos sociétés ?

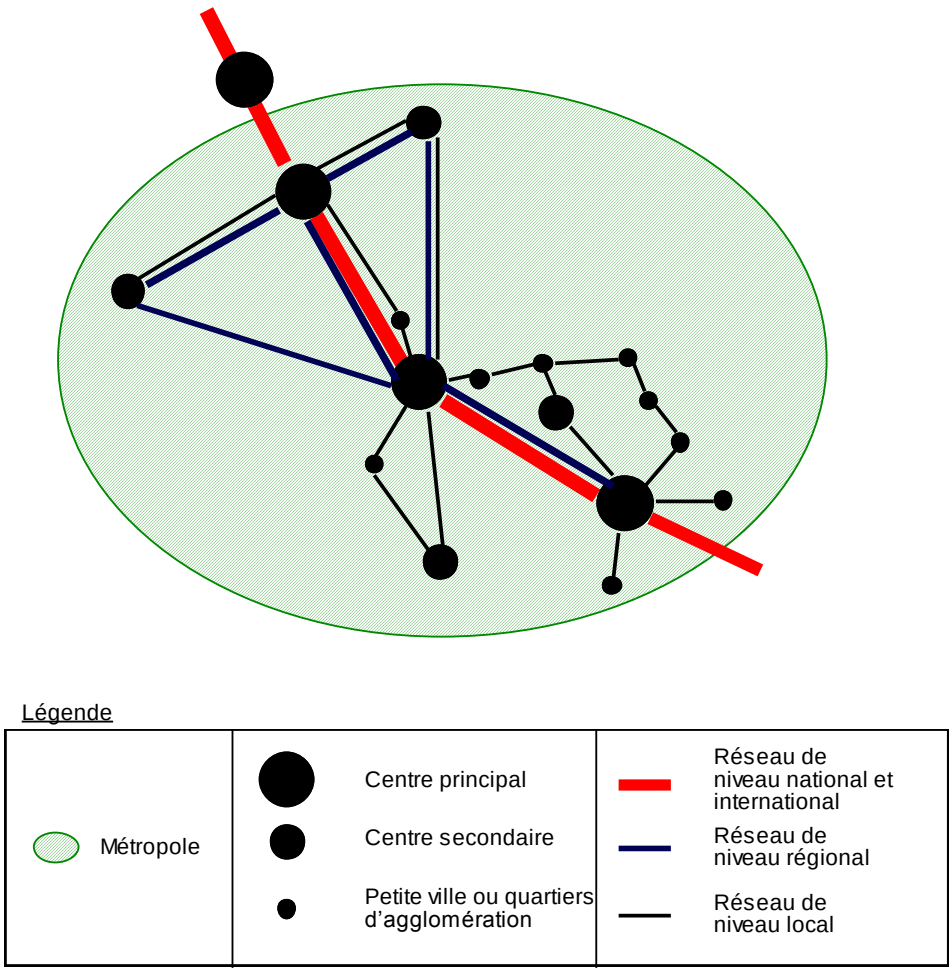


Figure II- 9 : L'espace métropolitain multinodal desservi par des réseaux multi-échelles

Le contexte métropolitain vient donc préciser la manière d'appréhender les relations transport/territoire et le rôle des transports dans la structuration des territoires sur plusieurs points :

- les territorialités en réseau sont omniprésentes et la **société en réseau** s'impose au fonctionnement du territoire ;
- l'appropriation du territoire métropolitain est relative à des problématiques communes et surtout se construit autour de **projets métropolitains** ;
- Les processus de concentration et de domination ainsi que les stratégies métropolitaines visant au rayonnement induisent une **forte hiérarchie** des réseaux de transport ;
- Réciproquement, les inégalités sont très fortes et les réseaux de transport matérialisent la **fragmentation** des territoires métropolitains dans un contexte où l'**accès** au réseau est déterminant.

II.2 L'accessibilité, conception et quantification au centre des relations transport/territoire

La métropolisation a transformé les interrelations entre transport et territoire. Parmi les évolutions, l'émergence et la primauté des organisations réticulaires sur les organisations aréales ont été largement soulignées. Les logiques de réseau deviennent alors les logiques de territoire et les propriétés rétistiques des transports sont reprises à des fins d'analyse territoriale (Dupuy 1985).

Parmi ces propriétés rétistiques, l'accessibilité attire notre attention à plusieurs titres. Ce concept paraît en effet apte à réaliser la transition entre des qualités du réseau et la structuration du territoire qu'elles peuvent susciter.

Il convient au préalable de définir l'accessibilité et d'en saisir tout le sens selon les différentes acceptions. Ensuite, nous montrerons en quoi les réalités territoriales des transports sont couvertes par ce concept et en quoi il revêt une grande importance dans les territoires métropolitains.

Enfin, la concrétisation de ces raisonnements conceptuels dans une démarche opérationnelle nécessite un outil de mesure. Un rapide inventaire des différentes méthodes de calculs d'accessibilité permettra de faire émerger les méthodes les plus satisfaisantes dans une démarche territorialisée des réseaux de transport.

II.2.1 Un concept riche et opérant

Comme la grande majorité des propriétés rétistiques des réseaux, l'accessibilité est un concept dérivé de la recherche opérationnelle et plus précisément de la théorie des graphes. L'accessibilité est alors une mesure de la facilité à atteindre un nœud (Kansky 1963).

Cette définition universelle diffère selon les disciplines et les champs d'application (Cauvin 2005, Martellato et Nijkamp 1998, Rietveld et Bruinsma 1998). Notons qu'elle est aussi utilisée pour identifier les éventuelles inadéquations des transports en vue d'être mobilisés par les populations possédant la plus faible compétence de mobilité, appelées personnes à mobilité réduite (PMR). Cette définition ramène à une problématique de prise en compte des handicaps dans les transports et s'accompagne d'une dimension politique.

Des conceptions plus spatialisées de l'accessibilité renvoient aux conditions du déplacement indépendamment des compétences de mobilité (Izquierdo et Monzon 1992, Koenig 1975). Parmi celles-là, une définition globale paraît satisfaisante, formulée d'abord en économie spatiale (Huriot et Perreur 1994), puis reprise en géographie des transports. Il s'agit de *« la plus ou moins grande facilité avec laquelle un lieu ou une fonction économique attractive (emplois, commerces, services…) peut être atteint à partir d'un ou plusieurs autres lieux, à l'aide de tout ou partie des moyens de transport existants* » (Bavoux, Beaucire, Chapelon et Zembri 2005).

Si l'accessibilité peut être vue comme une mesure de distance séparant un lieu d'un ou plusieurs autres, elle « *ne renvoie pas uniquement à la seule possibilité d'atteindre ou non un lieu donné, elle traduit également la pénibilité du déplacement, la difficulté de la mise en relation* » (http ://hypergéo.free.fr/, définition donnée par Laurent Chapelon).
La notion de pénibilité, plus encore que celle de facilité, renvoie de manière directe aux possibilités d'appropriation individuelle de l'offre de transports. Les lieux les plus accessibles sont ainsi les plus propices à l'attraction des déplacements.

Comme le suppose une autre définition (Lévy 2003a), l'accessibilité peut être considérée comme l'offre de mobilité. En effet, elle représente tous les éléments externes du processus décisionnel de mobilité, tout ce qui ne dépend pas de l'individu potentiellement mobile mais de ce que lui propose le service de transport.
L'accessibilité est donc un élément d'offre de transport et se situe à l'interférence entre l'espace et la société.
C'est une mesure « *contextualisée* » (Dumolard 1999) de l'espacement en ce sens qu'elle dépend grandement du contexte. On comprendra aisément que la notion de pénibilité n'est pas la même car vécue différemment selon où l'on se trouve sur le globe, à quel moment de la semaine ou de la journée, à quel âge, avec quels revenus…
L'accessibilité représente donc le pendant virtuel du déplacement, en ce sens qu'elle est mobilisée pour estimer des caractéristiques de déplacement indépendamment du fait qu'ils soient effectués ou non. Cette virtualité permet d'établir des potentiels de déplacement plutôt qu'une analyse de déplacements réels. Une étude des conditions d'accessibilité dans un territoire donné va ainsi permettre d'établir un bilan des potentiels de structuration territoriale que peuvent offrir les moyens de se déplacer.

Une seconde caractéristique du concept d'accessibilité mérite de s'y attarder. Le déplacement potentiel s'effectue d'un lieu à un autre lieu ou à une « *fonction économique attractive* ». Cette définition insiste sur le caractère économique des lieux du territoire, mais en généralisant on peut parler de fonction attractive.
Cela signifie que le déplacement potentiel est nourri par un motif et que la finalité, dans la visée de l'acteur, n'est pas le déplacement en soi mais l'activité permise par ce déplacement (travail, tourisme, achats…). L'accessibilité correspond donc à une opportunité de déplacement, à une attractivité : on se déplace pour effectuer une activité (L'Hostis et Conesa 2009). La combinaison d'une forte attractivité et d'une bonne accessibilité se matérialise par un déplacement fortement probable et donc potentiellement structurant. C'est du moins de cette manière que nous l'envisageons.
La répartition des fonctions attractives donne donc une idée des opportunités de déplacement et prend une grande importance dans le fonctionnement des territoires (Lévy 2003a). Considérant que ce fonctionnement est matérialisé en grande partie par les relations entre les fonctions socio-économiques du territoire, la mesure de l'accessibilité à ces fonctions en établit un potentiel. En effet, l'accessibilité aux fonctions attractives du territoire (bassins

d'emploi, centres administratifs, zones commerciales…) va définir la façon dont le territoire peut fonctionner, au sens quasi mécanique du terme (voir IV.1.1).

Jacques Lévy remarque par ailleurs que l'accessibilité donne lieu à deux interprétations différentes quant à sa prise en compte (Lévy 2003a). Une approche considère l'accessibilité comme un accompagnement du développement économique qui améliore la compétitivité des territoires. C'est dans cette perspective que les métropoles s'équipent de « *superstructures* » de transport (Wolff 2003). Une seconde acception rapproche l'accessibilité d'un rééquilibrage territorial, vers la couverture des disparités spatiales et le comblement des inégalités (Chapelon 1997, Faivre d'Acier 1983a). Ces deux approches divergentes peuvent toutefois être mobilisées dans notre approche comme nous le verrons plus tard.
L'examen rapide des définitions et autres approches du concept d'accessibilité informe sur la compréhension qui en est faite. Mais en tant que mesure, l'accessibilité contient et représente aussi des réalités territoriales.

Il a été avancé que l'accessibilité recouvre deux dimensions principales (Vickerman 1974) : la position géographique des lieux par rapport aux autres, c'est-à-dire la longueur géométrique du déplacement, et la performance intrinsèque du réseau de transport, c'est-à-dire le niveau du service de transport offert.
Ce second élément peut lui-même être décomposé en plusieurs facteurs selon le mode de transport, comme le propose Sandra Bozzani-Franc dans sa thèse page 199 (Bozzani 2005).
Nous retiendrons deux aspects dominants : la forme du réseau et la qualité du service, comprenant la vitesse permise, la desserte, la fréquence ou encore la capacité.

Le concept d'accessibilité paraît donc être particulièrement adapté à l'analyse des relations entre transport et territoire et ce à plusieurs titres :
- le service de transport peut être estimé de manière satisfaisante ;
-l'établissement d'un potentiel de structuration est possible ;
-les problématiques relatives aux inégalités, aux appropriations et au fonctionnement des territoires sont concernées par l'entrée « accessibilité ».
Ces qualités ne suffisent toutefois pas à justifier un choix de méthode. En effet, comme nous l'avons vu, l'adéquation de la méthode au contexte de métropolisation est indispensable.

II.2.2 L'accès comme déterminant métropolitain

Comme nous l'avons vu précédemment, la métropolisation se caractérise entres autres phénomènes par la mise en relations des composantes des territoires. La mise en réseau constitue un élément structurant de la métropolisation des territoires. La connexion au réseau « métropolitain » va ainsi, déterminer le niveau de développement socio-économique des espaces autant voire davantage que les potentialités de site et la création de richesses « sur

place ». Cet impératif de la connexion, s'il n'est pas toujours accepté par les populations et élus locaux (syndromes NIMBY etc.), traduit une dimension métropolitaine essentielle.

En effet, en intégrant toute la dimension stratégique de la métropolisation, Gabriel Jourdan montre que « *des investissements en faveur de la « grande accessibilité » européenne ou internationale* » correspondent à l'une des cinq principales manifestations des politiques de métropolisation.
La politique de la DIACT (anciennement DATAR, l'ajout du mot « compétitivité » n'étant certainement pas anodin) s'appuie d'ailleurs depuis 2004 (DATAR 2004) explicitement sur le rayonnement des métropoles françaises pour le développement économique de la France.
Le rayonnement de la métropole est un élément discriminant de celle-ci (l'importance de l'accessibilité dans la construction métropolitaine à Lille en est un exemple, voir Paris et Stevens 2000) et à ce titre la mesure de l'accessibilité des métropoles à leur environnement international ou européen est un indicateur de métropolisation tout à fait pertinent (Bozzani 2005).

La métropolisation s'appuie donc entre autres sur une bonne accessibilité internationale. De surcroît, à une autre échelle, l'accessibilité construit les territoires métropolitains. À propos de la « *mise en synergie* » des villes dans l'espace métropolitain, Jourdan remarque que « *cette mise en réseau des villes est fortement dépendante de l'accessibilité et de la rapidité des déplacements entre les pôles du réseau.* » (Jourdan 2005 page 9).
Immanquablement, cette mise en réseau interne aux territoires métropolitains est sensible aux différentiels d'accessibilité et génératrice d'inégalités (Baptiste et L'Hostis 2002). La réorganisation et le creusement des inégalités qui accompagnent la métropolisation sont donc pour une certaine partie et dans une certaine mesure appréhendables par l'accessibilité.

Les deux approches de l'accessibilité, à savoir celui d'accompagnement de la compétitivité économique et celui de rééquilibrage des déséquilibres territoriaux sont donc mobilisables dans le cas de la métropolisation.
A titre d'illustration de ce propos, il peut être intéressant d'examiner les résultats de la méthode territorialisée DELPHI.
Cette méthode, fondée sur des techniques d'enquêtes, propose de sélectionner un panel d'experts et de l'interroger sur des prévisions ou stratégies prêtant à l'interprétation. L'utilisation de questionnaires et la consultation d'experts permettent de rationaliser des positions pouvant paraître subjectives. Le LET (Laboratoire d'Economie des Transports) a développé ces méthodes dans le domaine de l'aménagement du territoire afin de déterminer quelles stratégies de développement territorial paraissaient les plus efficaces.

En 1993, Alain Bonnafous s'est interrogé sur la métropolisation et les attributs des villes internationales. L'attribut présenté comme le plus important pour le développement des métropoles, classé comme « *aspect reconnu comme primordial par presque tous les experts* » selon la méthode DELPHI, est « *liaisons de transport* » (Bonnafous 1993 page 5). L'auteur

remarque qu' « *au-delà du seul aspect Transport, on peut dire que l'idée dominante divulguée par cette enquête est un facteur général d'accessibilité* (Bonnafous 1993 page 7). Si l'idée d'accessibilité-rayonnement émerge, Bonnafous insiste quant à lui sur l'aspect accessibilité-rééquilibrage : « *Mais à cette nécessité, qui correspond à ce que l'on peut appeler* un effet d'accompagnement*, s'opposent* des effets déséquilibrants *: tout se passe comme si l'activité du transport favorisait subrepticement les contrastes entre les flux les plus importants et les flux les plus faibles, entre les régions puissantes et les moins développées, mais aussi entre le centre et la périphérie.* » (Bonnafous 1993 page 8).

Plus tard, une recherche plus large menée par une équipe du LET, intéressée par les relations entre villes et transport, et reprenant la méthode DELPHI, enrichit ces premiers résultats.
Ainsi dans les actions jugées « *très efficaces* » pour le développement des métropoles apparaissent respectivement en première et en quatrième position *« développer les transports en commun en site propre* » et « *intégrer chaque métropole dans le réseau TGV* ». Les deux actions jugées « *très efficaces* » pour le développement des villes moyennes sont quant à elles « *développer une bonne accessibilité au réseau autoroutier (un changeur à moins de 20 minutes de chaque ville moyenne)* » et « *développer des liaisons ferroviaires rapides permettant une liaison à des gares TGV en moins de 45 minutes* » (Buisson et Mignot 1995 page 26).
En tant que dires d'experts, ces informations restent empreintes d'une certaine subjectivité, mais le fait est qu'elles démontrent que les questions d'accessibilité sont au cœur des stratégies territoriales. Mieux encore, ces résultats présentent clairement **l'accessibilité comme une notion opérante dans la métropolisation à deux échelles** : l'accessibilité de la tête de pont aux réseaux européens et la couverture du territoire métropolitain ; l'accessibilité entre les pôles urbains.

La démonstration ne doit cependant pas laisser penser que l'accessibilité suffit au développement. Le rayonnement est un élément primordial de la métropolisation mais il n'en est pas le seul. L' « *importance des politiques d'accompagnement urbaines* » a été mis en relief entre autres par Gabriel Jourdan, qui stipule bien que le territoire doit « *s'approprier l' « objet métropolitain »* » pour intégrer la société locale aux possibilités de construction métropolitaine offertes par l'accessibilité (Jourdan 2005 page 7).
Les stratégies territoriales ayant recours aux infrastructures de transport peuvent alors se résumer à cette phrase : « *les investissements nouveaux ne constituent que des conditions permissives du développement régional* [et] *ne se définissent qu'en négatif du point de vue des effets structurants : on ne sait pas si ces capacités nouvelles seront suivies du développement souhaité mais on sait qu'en leur absence, celui-ci ne pourrait pas se réaliser.* » (Bonnafous 1992).
L'ensemble de ces réflexions et résultats peut amener à penser que l'accessibilité est une **condition nécessaire mais pas suffisante** du fonctionnement territorial, une condition sine qua non de la construction métropolitaine.

L'intérêt de l'accessibilité dans notre approche des relations transport-territoires métropolitains étant avéré, encore faut-il savoir comment la mesurer.

II.2.3 Des mesures rétistiques qu'il faut territorialiser

Le grand nombre des variables potentiellement mobilisables dans le concept d'accessibilité et les différentes méthodes d'agrégation de ces données existantes multiplient les indicateurs produits.
Néanmoins, la manière de mesurer l'accessibilité est assez fidèle à ce que les définitions précédentes laissent envisager. Ainsi la mesure la plus immédiate de l'accessibilité est celle qui se rapproche le plus de sa conception mathématique dans la théorie des graphes : l'accessibilité est un potentiel d'interaction entre un nœud et un ou plusieurs autres. Plusieurs approches territorialisées restent concentrées sur cette conception (Cattan 1992, Bruinsma et Rietvelt 1993).
Cependant, rappelons que l'accent a été mis sur le fait que le déplacement était obligatoirement motivé par la possibilité **d'effectuer une activité**. Le calcul de potentiel s'enrichit donc de l'activité en question. Autrement dit : Que peut-on faire à partir d'une accessibilité donnée ? A quoi a-t-on accès ?
Ainsi, le calcul de potentiels activables, en termes d'emploi accessibles, de population pouvant accéder, d'opportunités pouvant être atteintes, se multiplient dans les analyses territoriales (Chapelon, Jouvaud et Ramora 2004, Chapelon et Leclerc 2007, Kalsas et Aase 1997). En particulier les mesures des potentiels économiques ont mené à des indicateurs spécifiques (Reggiani 1998, Vickerman 1996). Ces mesures s'ajoutent à d'autres plus classiques en économétrie ou en économie spatiale basées sur le modèle gravitaire (Geurs et Ritsema Van Eck 2001) ou sur le calcul de fonctions d'utilité (Geurs et Van Wee 2004). La méthode simple des cumuls d'opportunités a en outre été mobilisée pour construire des indicateurs d'accessibilité « soutenable » (*sustainable* en version originale), en combinant différentes variables dans les villes néerlandaises (Bertolini, Le Clercq et Kapoen 2005).

D'autre part, comme précisé antérieurement, l'accessibilité est une mesure contextualisée qui diffère de la distance. Il est ainsi important de prendre en compte le caractère contextuel et particulier de l'accessibilité. Comme l'affirme Renaud De Crécy : « *La mesure par une distance (que ce soit à vol d'oiseau, ou par cheminement) est à exclure : l'accessibilité redevient alors un simple indicateur de structure urbaine, et ne prend plus en compte l'aspect qualitatif du réseau de transport* » (De Crecy 1979).
De ce point de vue, les indicateurs classiques basés sur des mesures de séparation spatiale absolue entre les lieux (Keeble, Offord et Walker 1988, Linneker et Spence 1992, Pooler 1995) apparaissent insuffisants.

Une des réponses apportées peut concerner l'espace proprement dit.

A l'aide des SIG, des indicateurs neutralisant l'importance de la localisation, comme par exemple le fait que malgré la performance des réseaux de transports, les lieux périphériques soient inévitablement moins accessibles, ont donc été mis au point (Gutierrez, Monzon et Pinero 1998). L'objectif d'aménagement et de prospective dans le domaine des transports est ici favorisé. La dimension sociale de l'accessibilité se substitue alors progressivement à une simple distance physique (Monzon 1988).
Notons aussi les efforts réalisés pour prendre en compte les performances des transports dans un ensemble régional, avec des indicateurs appliqués non à un noeud mais à un territoire (Chatelus 1997, Murray, Davis, Stimson et Ferreira 1998). Dans ce cas, la performance du réseau est largement favorisée dans le formalisme et les contraintes spatiales et temporelles sont sous-estimées.

La seconde réponse possible à cette inadaptation de la distance spatiale pour le calcul de l'accessibilité peut être le recours à une autre formulation de la distance au sens mathématique. Celle-ci peut alors être assimilée à la durée de transport, le coût, la longueur des trajets, mais aussi aux différents modes de transport (avec une qualité des liaisons qui peut être homogène ou non) ou encore à la nature de ce qui est transporté.
Mesurer l'accessibilité revient alors à calculer une fonction renvoyant à une mesure associée à un couple de lieux et répondant à une série de propriétés précises.

Citons aussi pour information l'approche qualitative, basée sur les dires d'expert autour du concept d'« *attractivité de la localisation* » (Healey & Baker 1993).

Remarquons donc que les deux aspects de l'accessibilité (contraintes spatiotemporelles de la géographie des lieux et performances du réseau de transport) sont plus ou moins considérés selon les méthodes.

Dans ce contexte, les choix concernant les paramètres spatiaux et temporels sont nécessaires à la justification de l'indicateur construit. Comme l'affirment Javier Guttierez, Rafael Gonzalez et Gabriel Gomez , « *There are a wide variety of accessibility indicators, for the accessibility measure applied in each study depends on the goals aimed at.* » (Il y a un large éventail d'indicateurs d'accessibilité, la mesure d'accessibilité appliquée dans chaque étude dépend de ses objectifs. Traduction personnelle de Guttierez, Gonzalez et Gomez 1995 p. 6.)

Les paramètres spatiaux concernent le choix des lieux à destination et au départ desquels on va établir la mesure d'accessibilité. Il peut s'agir de la localisation d'un équipement, de celle d'un secteur résidentiel, d'une zone commerciale par exemple. Le plus souvent, on s'intéresse à des sites attracteurs ou émetteurs de trafic. La détermination des paramètres d'ordre spatial pose la question des chaînes de transport entre le site considéré et le point d'entrée sur le réseau de transport. On emploie alors les termes de modes de rabattement, ou encore de pré et de post acheminement, pour appréhender la totalité du déplacement potentiel mesuré. La marche à pied intervient dans la chaîne de déplacement quels que soient les modes en

présence, y compris en voiture où il est nécessaire de marcher entre l'endroit où est garé le véhicule et le lieu de destination ou d'origine.

Les paramètres temporels incluent les temporalités relatives aux transports et les rythmes urbains.

La délimitation des ces paramètres constituent le travail préalable et décisif à toute recherche quantitative sur l'accessibilité (L'Hostis et Conesa 2009).
Pour constituer une réelle aide à la décision, il paraît nécessaire d'appréhender d'une certaine manière les comportements de mobilité et ainsi de rapprocher le concept d'accessibilité de l'usage réel (Faivre d'Acier 1983b).

En ce sens, les sociologues ont postulé que le temps était la métrique la plus adéquate à rendre compte de l'accessibilité et que la minimisation de ce temps de déplacement était le facteur principal des choix de trajets (Diekmann 1995).

Construire un indicateur d'accessibilité mesurant les potentialités de construction d'un territoire métropolitain doit ainsi concrétiser des efforts de contextualisation. Si la mesure de la performance des réseaux est l'objectif principal, les conditions spatiales et temporelles de réalisation des déplacements ne peuvent être totalement évacuées.
De plus, pour « coller » le mieux possible aux perspectives d'appropriation, l'indicateur concerné se doit de rendre compte le plus finement possible des paramètres spatiaux et surtout temporels d'accessibilité.
Enfin, plutôt que d'agréger les composants d'un potentiel d'interaction, qui fait correspondre l'indicateur d'accessibilité à un indice de centralité au sens de la théorie des graphes, nous préférons insister sur le calcul d'une mesure précise entre un couple de lieux, définissant une relation. Si les deux démarches sont finalement assez proches dans les résultats qu'elles peuvent produire, l'accent mis sur la relation permet de concevoir les interactions construisant le territoire indépendamment des hiérarchies urbaines.

Conclusion

L'accessibilité représente chez la plupart des auteurs une notion de facilité, de pénibilité dans un déplacement entre deux lieux. Elle est donc fortement liée au contexte et à la société concernée. De plus, il est admis que le déplacement est généré par un motif, un but : exercer une activité que l'on ne peut effectuer à l'endroit où l'on se trouve. L'accessibilité est donc aussi fortement liée à la localisation des fonctions attractives sur le territoire donné.
C'est une approche de l'hétérogénéité des lieux et des inégalités qui est particulièrement pertinente dans les territoires métropolitains, et ce à deux échelles.
Dans l'objectif de s'en saisir et de la mesurer, le bref inventaire des méthodes existantes nous enseigne quelques pistes :
- L'indicateur doit être formulé en termes **temporels** ;

- Il doit d'une certaine manière rendre compte des **inégalités face aux contraintes spatiotemporelles du territoire** en intégrant les géographies et les situations locale ;
- C'est une **mesure de la performance des réseaux** de transport et surtout de la manière dont ils permettent l'appropriation des potentiels territoriaux ;
- La représentation en est guidée par l'idée de montrer des **conditions de fonctionnement d'un territoire** plus que d'établir un classement des lieux selon leur situation topologique.

Avant de passer à la construction proprement dite de ces indicateurs, encore faut-il savoir sur quels territoires il est pertinent de mener cette recherche.

II.3 L'objectif : prendre en compte l'inscription territoriale des réseaux de transport

La partie précédente montre que l'accessibilité est un concept qui permet de lire avec pertinence les relations entre réseaux et territoires. L'ensemble du propos jusqu'à présent a donc introduit les éléments théoriques nécessaires au travail. C'est alors qu'il faut préciser le but de ce travail. En effet, à l'aune de tout ce qui a été discuté précédemment, il s'agit de formuler l'objectif du travail, la problématique à laquelle nous voulons répondre, ce que nous allons faire et dans quel but. Ensuite seront présentés dans un cadre théorique les moyens de répondre à cet objectif, ainsi que des exemples plus pragmatiques. Enfin, nous préciserons l'approche en présentant le *distinguo* entre les modes collectifs et les modes individuels routiers en matière de transport et d'aménagements métropolitains.

II.3.1 Problématique de travail : la structuration du territoire par les transports dans une démarche d'aide à la décision

Les parties précédentes ont permis d'établir des interrelations fortes et essentielles entre les réseaux de transports et les territoires. La territorialité des réseaux amène à penser cette relation étroite comme fruit d'une relation systémique dans laquelle chaque élément agit et rétroagit avec les autres. À partir de là, il apparaît que les transports tendent à être considérés comme un outil d'aménagement qui permet d'offrir une structure au territoire, un cadre permettant aux groupes sociaux de s'approprier le territoire par un ensemble de processus qui mobilisent des pratiques sociales, des stratégies politiques, des jeux de pouvoir mais aussi des mouvements physiques qui permettent les fonctionnements des territoires.

La finalité opérationnelle de la thèse est ainsi l'aménagement des territoires, en particulier les territoires métropolitains. En effet, le traitement des problématiques quant à l'aménagement de ces territoires bouleversés par la métropolisation constitue un défi majeur de la géographie et de l'aménagement en ce début de siècle. Ainsi, si les réseaux de transports constituent l'objet principal de notre recherche, la finalité n'en est pas moins l'aménagement des territoires métropolitains. La démarche est la suivante : **considérer les caractéristiques rétistiques et territoriales des réseaux de transport afin de mesurer quelles opportunités et quelles contraintes ils offrent à la structuration du territoire métropolitain**.

En cela, l'accessibilité est utile car l'accès aux réseaux est un élément prépondérant des territoires métropolitains. Les mesures d'accessibilité permettent d'établir un potentiel d'utilisation des réseaux, donc un potentiel de structuration territoriale. Le recours à des calculs d'accessibilité permet donc de **mesurer un potentiel de structuration métropolitaine offerte par les réseaux de transport**.

La démarche est modélisatrice et tournée vers l'aide à la décision. En cela la mobilisation des mesures et calculs s'organise en deux temps. Une première étape est constituée de l'analyse

des réseaux existants, la seconde de la simulation de réseaux de transport offrant de meilleures possibilités de structuration. En effet, si la démarche quantitative permet de mettre en relief des nuances, des situations plus ou moins favorables, il convient de chercher à améliorer les situations et de présenter des solutions possibles. Ainsi la problématique générale porte sur l'action sur le territoire : **comment favoriser la structuration des territoires métropolitains par les réseaux de transport ?**

Étant donnée la caractérisation des relations transport/territoire et des territoires métropolitains, cette question large sera traitée sur différents aspects : **comment favoriser les mobilités pour un meilleur fonctionnement métropolitain ?** Ceci est la question centrale mais il convient de ne pas négliger des interrogations importantes : **comment faire coïncider les réseaux de transports avec une stratégie métropolitaine ? Comment permettre une appropriation de l'espace métropolitain par les groupes sociaux qui l'habitent ? Comment freiner le creusement des inégalités ?**

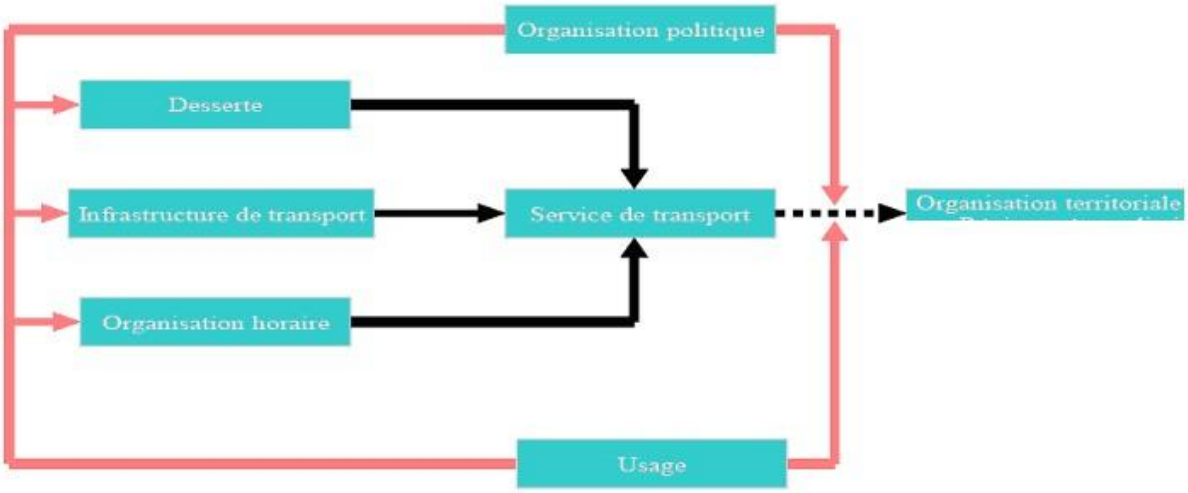
Précisons que ces interrogations sont les moteurs du travail, ce sont des questionnements fertiles qui alimentent la modélisation, les calculs, le discours et le débat menés dans cette recherche. L'ambition est moins d'y répondre que de fournir des éléments permettant de les mettre en relief et de les réinterroger avec une acuité nouvelle.

L'objectif est en partie d'ordre méthodologique. En effet, il s'agit comme annoncé précédemment de considérer en partie les caractéristiques territoriales du réseau de transport. Nous n'allons pas analyser les processus d'appropriation du territoire par les réseaux mais mesurer en quoi les réseaux peuvent faire l'objet d'une appropriation. La question à laquelle nous souhaitons répondre est la suivante : c**omment appréhender les performances des réseaux dans leur capacité à susciter la construction du territoire?** Ainsi, l'accessibilité n'est peut-être pas la seule notion à mobiliser dans cette quête des aspects territoriaux des réseaux. L'objectif est alors de mesurer **l'inscription territoriale des réseaux**.

Enfin, les objectifs méthodologiques et opérationnels se rejoignent dans un objectif précis qui est de fournir des **indicateurs** du potentiel de structuration métropolitaine par les réseaux de transport.

II.3.2 Du réseau au territoire

L'objectif final du travail étant de mesurer les opportunités proposées par les réseaux de transport, puis de proposer des aménagements visant à les préciser ou les élargir, il nous semble nécessaire de résumer quels sont les caractères des réseaux de transports susceptibles de porter des valeurs territoriales et ainsi quels sont les leviers que possède l'aménageur pour organiser une construction du territoire.



Alexis Conesa 2009

Figure II- 10 : Du réseau au territoire

La figure II-10 synthétise les différents aspects de la structuration territoriale par les transports. Elle répond ainsi à la question : sur quoi peut-on jouer pour favoriser un fonctionnement métropolitain ?

Le premier et plus évident élément des réseaux de transports est son inscription spatiale physique, à savoir l'infrastructure. Celle-là se définit par une emprise spatiale et une forme particulière.

A partir de cette infrastructure, la définition du service s'ordonne autour de deux composantes. La première est la politique de desserte, qui revient à définir où les arrêts vont se situer. Quels vont être les nœuds du réseau, les disjoncteurs entre transport et territoire ?
Les variables temporelles vont constituer la seconde composante du service de transport. Une fois la desserte définie, la composition des horaires de déplacement matérialise la constitution du service. Ainsi, l'organisation horaire des transports va déterminer la manière dont les usagers sont susceptibles de s'approprier les territoires et aussi la structure territoriale. En effet, l'organisation horaire au cours de la journée va *de facto* faciliter certains déplacements par rapport à d'autres, notamment en établissant des possibilités d'allers-retours. De plus, les connexions physiques offertes par les infrastructures, pour être transformées en correspondances au niveau du service, nécessitent une coordination des horaires. Par exemple pour sortir d'un train et prendre un bus, même si la station de bus est physiquement accessible et que le trajet entre le quai de gare et l'abribus est réduit, il faut que les horaires concordent. Si le temps de correspondance est trop long, le voyageur aura tout intérêt à choisir un autre mode de transport ; s'il est en revanche trop court, il est possible que les usagers retardataires manquent leur correspondance. L'organisation horaire est donc un facteur de cohésion important dans le domaine des transports et des déplacements.

L'infrastructure, la desserte et l'organisation horaire définissent donc un système de transport, qui est susceptible de constituer un outil de l'organisation territoriale d'une région métropolitaine.
Autour de cette construction tangible du réseau de transport, sur laquelle portera l'essentiel de notre analyse et de nos préconisations, il est bon de préciser que d'autres approches sont possibles. En effet, les rapports ambivalents entre le territoire et le transport ne respectent pas rigoureusement ce schéma.
Deux variables, faisant l'objet de nombreuses approches relevant plus de l'analyse sociologique ou politique, se situent entre le domaine des transports et l'organisation territoriale.
D'une part, les comportements des usagers ne répondent pas à des lois mécaniques, de telle sorte que quelles que soient les qualités et les possibilités de déplacement offerte, les voyageurs sont libres de se les approprier ou pas, de les réaliser ou non.
L'appropriation des transports par un territoire définit aussi une appropriation politique des aménagements. En effet, les propriétés des réseaux de transports ne valent que si les pouvoirs publics les intègrent à des stratégies territoriales globales. Ainsi, les politiques d'accompagnement des réseaux de transports, notamment par la facilitation des stationnements, la construction de polarités par la concentration de fonctions urbaines, les travaux annexes de renouvellement urbain, ou encore la mise en place d'une politique de renforcement des possibilités de correspondance (notamment par la tarification et la signalétique informative), permettent ou non d'organiser les territoires à partir de cette matière brute qu'est le transport. Cette appropriation politique pose la question de la coordination des politiques de collectivités différentes.
Le système des relations entre transport et territoire ne se résume donc pas au service de transport. De nombreux travaux d'aménagement se concentrent sur l'appropriation politique des réseaux de transports par les pouvoirs publics, plus particulièrement par exemple sur la régionalisation (Zembri 1997) et d'autres sur les déterminants de la demande de mobilité et le choix modal (Aguiléra, Mignot et Madre 2004, Kaufmann 2002).
L'ensemble de cette approche de décomposition du système de transport s'apparente à celle menée par Nicolas Curien et Gabriel Dupuy qui distingue le réseau-support, le réseau-service et enfin l' « infostructure », c'est-à-dire les réseaux immatériels de régulation des réseaux techniques (Curien et Dupuy 1996).

Ce cadre théorique permet de présenter quels sont les leviers d'action sur les réseaux de transport pouvant produire l'effet escompté sur le territoire. Préalablement à la préparation de l'analyse proprement dite, qui va consister au choix des terrains d'application, il s'avére intéressant d'effectuer un tour d'horizon des manières de traiter ces problématiques. Comment la structuration des territoires par les réseaux est-elle réalisée dans des conditions jugées bonnes dans le monde ? Quels sont les exemples à suivre ?

D'un point de vue théorique, une partie des auteurs insistent sur le fait que les innovations doivent guider la gestion des mobilités urbaines. L'ouvrage de Jean-Paul Bailly et Edith

Heurgon (Bailly et Heurgon 2001) émet l'idée que les constructeurs, gestionnaires, exploitants et aménageurs dans les transports ont trouvé différentes innovations pour répondre tant bien que mal à l'explosion des mobilités. Les auteurs, outre des innovations technologiques, prônent le recours aux politiques intermodales.

Georges Amar (Colloque de Grenoble 2006 : mobilités et villes), identifie en effet plusieurs types d'innovations dans le monde des transports. Ces nouveautés sont déclinées en deux aspects, outils et métiers.

Nouveaux outils :

- outils immatériels : l'information ;
- outils matériels : roulants (covoiturage, Pedibus…) et non-roulants (les lieux). Les lieux sont novateurs dans leur forme (stations de surface pour le « Surface Subway » par exemple) ;
- modes : là encore on peut observer une innovation physique, matérielle née de l'hybridation (hydravion, tram-train…) mais aussi une innovation au niveau des produits, même si le véhicule est identique (métissage). L'exemple le plus parlant étant celui du système d'autobus de Curitiba, qui selon sa fréquence, ses stratégies de desserte (omnibus versus express) et ses stations (la « station-tube ») offre huit produits différents. L'innovation n'est ici pas dans le moyen de déplacement, mais dans l'agencement et l'inscription des moyens techniques dans l'espace urbain, qui confèrent les caractéristique d'une offre de type métro…avec un matériel routier composé de bus. Il y a donc découplage de la technique et de la fonction.

Nouveaux métiers :

- pédagogues : leur fonction est de faciliter les pratiques de mobilité par une bonne information, une « pédagogie » matérialisée par les services, assimilables au «packaging » du produit mobilité ;
- concepteurs de nouveaux produits : l'ingénierie.

De manière plus spatialisée et dans un environnement métropolitain, Robert Cervero décrit les « *success stories* » (réussites) de quelques métropoles mondiales en termes de gestion des mobilités modernes, les « *transit metropolis* » (Cervero 1998). Il divise ces cas exemplaires en quatre types, dont l'un se nomme « *adaptative transit* ». Ces villes ont adapté leur système de transport à leur évolution urbaine. L'auteur affirme d'ailleurs que l'innovation est indispensable à la bonne réussite des politiques de transports métropolitaines. Les cas traités présentent ainsi des caractères novateurs différents. L'innovation technologique a ainsi contribué au succès de Karlsruhe grâce au tram-train et d'Adélaïde avec le système *O-Bahn*. Le tram-train présente en effet les avantages du tramway, transport en site propre très adapté aux centres urbains denses, tout en acceptant un guidage sur rail sur des infrastructures hors des centres denses. Les déplacements centre-périphérie ainsi que les déplacements dans les centres, combinés dans des trajets caractéristiques des mobilités métropolitaines, sont donc plus facilement réalisables.

D'autre part, le système O-Bahn, développé en Allemagne et adopté par la ville australienne d'Adélaïde, repose sur l'idée des bus guidés. Encore une fois, le métissage des fonctionnalités, cher à Amar, permet d'assouplir les réseaux de transport collectif et peu à peu d'adapter la « *géométrie des transports* » à la « *géographie des déplacements* » (Cervero 1998 p. 30). Ces bus sont guidés par des câbles sur des axes lourds regroupant des déplacements nombreux, mais présentent à certaines stations la possibilité de sortir de leur site propre et d'effectuer des dessertes plus fines sur la voirie routière classique, avant de revenir sur l'axe lourd. L'idée d'un déplacement multi-échelle, combinant un parcours d'échelle supérieure (régional ou métropolitain) et une fin de parcours plus fine (intramétropolitain ou local, de quartier) est donc encore une fois pensée par les concepteurs et aménageurs. Les bus guidés permettent en effet de canaliser les déplacements de deux échelles différentes.
Les innovations peuvent aussi concerner les services plus que les véhicules proprement dits, comme l'a bien expliqué Georges Amar. Ainsi Ottawa a adopté le « *time-transfer system* », développé à Edmonton. Ce système propose une version métropolitaine du cadencement réalisé à l'échelle nationale de la Suisse. Le service structure l'offre autour de quelques stations particulièrement importantes. Dans ces stations, les rames, toutes origines confondues, arrivent à la même heure et elles repartent, toutes destinations confondues, à la même heure. Ainsi, les voyageurs peuvent tous se rendre de n'importe quel nœud à n'importe quel autre à intervalles réguliers. Le fonctionnement métropolitain se trouve donc rythmé par les horaires des transports collectifs.
Signalons enfin les innovations dans la gestion institutionnelle des transports à Mexico. Dans ce cas, la récupération privée par un système « *entrepreunarial* » des minibus assure une grande souplesse au fonctionnement des transports et une meilleure adéquation aux pratiques.
Ces exemples de réussite dans l'adaptation des systèmes de transports pour répondre aux mobilités s'appuient donc sur des innovations diverses, que l'on peut réunir dans un concept d'adaptation. La nature de ces innovations ne doit cependant pas occulter le fait que celles-ci représentent avant tout un état d'esprit, un schéma de pensée qui vise à adapter les transports à la métropole. D'autres exemples combinent plus traditionnellement des moyens de transport existants, lourds entre les centres urbains denses et plus adaptés à la compacité urbaine. Les villes de Zurich, Munich ou Melbourne sont citées par Cervero (Cervero 1998).

Ces nouveaux aménagements, le lecteur l'aura remarqué, concernent exclusivement les transports collectifs. Or la métropolisation est associée à la perte de parts de marché des transports collectifs au bénéfice des véhicules individuels. En effet, par la souplesse temporelle et la liberté qu'elle confère, par sa capillarité supposée supérieure (la voirie routière est plus répandue spatialement que les infrastructures des transports collectifs), l'automobile s'est imposée comme la réponse à l'explosion des mobilités. Lié, selon Robert Cervero, au désinvestissement des pouvoirs publics dans les transports collectifs, à la sous-taxation des motorisations (Himanen, Nijkamp et Pajden 1992), et à la balkanisation du processus décisionnel (Cervero 1998 p. 37, ce phénomène a érigé la voiture individuelle en symbole de la métropolisation, refaçonnant les territoires. Dans ce contexte de constante réinvention, de constante réorganisation, la vitesse et la souplesse de la voiture ont contribué à

faire émerger des territoires de plus en plus dispersés, étendus et fragmentés. Dans ce contexte, les transports collectifs ont payé leurs défauts structurels : temps d'attente (la voiture est disponible immédiatement à n'importe quel moment), temps et inconfort des transports (les ruptures de charge sont mal vécus par les usagers, voir par exemple Kaufmann 2002) ainsi que les possibilités de déplacements porte-à-porte (là encore le manque de capillarité des transports collectifs se fait ressentir, voir par exemple Webber 1994). Pour prendre un train, il faut se rendre à la gare, attendre que le train arrive, et éventuellement changer de véhicule si besoin est. La voiture individuelle élimine tous ces désagréments. Comme l'explique en effet Robert Marconis (Marconis 2004), les mécanismes économiques et la volonté planificatrice fonctionnaliste ont conduit dans les années 1960 au « *zoning* », émanation des logiques de spécialisations sectorielles. Cela rejoint le discours de Gabriel Dupuy sur la pratique du zonage en urbanisme initié par Le Corbusier et la Charte d'Athènes. Or l'automobile parut alors comme la réponse adaptée à la (dés)organisation des mobilités résultantes.

Une opportunité pour les transports en commun

L'automobile, et l'automobilité, ont donc conquis les territoires métropolitains, poussant la logique d'individuation des comportements et les conséquences spatiales à leur paroxysme (Dupuy 1995, Dupuy 1999b). Pourtant, dans ses exemples novateurs, censés représenter l'avenir des transports métropolitains, Robert Cervero ne cite que des stratégies concernant les transports collectifs. Pourquoi ? L'automobile a aussi fait l'objet d'améliorations techniques et d'amélioration d'usage, avec le principe du covoiturage par exemple[8], et donc peut prétendre, forte de sa position dominante, à structurer les territoires métropolitains.
La réponse se situe dans les limites du système automobile dans la structuration des espaces métropolitains.

L'objectif ici n'est pas de condamner les méfaits de la voiture individuelle mais plutôt de montrer en quoi la ville automobile présente des limites et pourquoi il peut être intéressant de développer les alternatives.
Dans son ouvrage promouvant exclusivement les transports collectifs dans des environnements urbains, Robert Cervero décrit longuement les externalités négatives du système automobile.
En premier lieu et parce qu'il s'agit d'une recherche affirmant son appartenance à la mouvance du développement durable, ou soutenable, il appuie son argumentaire sur les conséquences environnementales de l'automobilité. Ainsi, une enquête de l'OCDE datant de 1997 affirme que la voiture est responsable de 40 à 65 % des émissions d'oxydes de nitrogènes, 50 % des hydrocarbures et 90% du monoxyde de carbone. Sans compter les émissions de gaz à effet de serre qui renforcent les processus de réchauffement climatique ainsi que la pollution du sol et de l'eau (OCDE 1989).
En dehors des pollutions, attaques directes à l'environnement naturel, les exigences de durabilité conduisent à limiter fortement la consommation d'espace. En effet, les espaces

[8] L'objectif du covoiturage est de maximiser le nombre de personnes dans les voitures en regroupant les emplois du temps semblables, mettant dans la même voiture plusieurs collègues de bureau par exemple.

métropolitains ne peuvent s'artificialiser indéfiniment et la soutenabilité passe par la conservation d'espaces agricoles, ruraux ou naturels. Or dans ce domaine les différences sont nettes, puisque les travaux de Newman et Kenworthy estiment qu'en termes de consommation d'espace rapportée à l'individu, un automobiliste vaut 50 passagers de bus (Newman et Kenworty 1999).
Le dernier volet de ce tableau environnemental dressé sur l'automobile concerne la consommation d'énergie. C'est là le point d'orgue de la durabilité : les ressources ne sont pas infinies et il convient de veiller à les ménager dans le temps. Le fait est en l'occurrence désormais reconnu : les ressources de pétrole fossiles se raréfient, avec tout ce que cela comporte comme conséquences pour l'économie mondiale et la géopolitique des puissances nationales. Dans ce domaine l'avantage des transports collectifs réside dans leur compacité, dans la réduction de la longueur des déplacements motorisés et surtout la massification (Gordon 1991, Prevedousros et Schofer 1991, Whitelegg 1993). La dialectique est la même que pour la consommation d'espace : on déplace plus de monde avec la même énergie, sans compter les moyens de transport n'utilisant pas des énergies pétrolifères. Ce calcul est en revanche à relativiser par le fait que pour construire un rail la consommation d'énergie est massive. L'exemple du BART (*Bay Area Rapid Transit*) à San Francisco est en ce domaine éloquent (Cervero 1998).
On peut associer à ces arguments la notion de sécurité, le nombre de décès par accidents de voiture étant largement supérieur à ceux, beaucoup plus rares, occasionnés par les transports collectifs terrestres.
Le propos est donc de montrer les défaillances environnementales de la voiture individuelle. **On le voit, dans la comparaison VI/TC, certaines de ces caractéristiques, nécessitent une investigation plus poussée pour aboutir à une conclusion tranchée alors que d'autres sont moins discutables.** Notre travail ne se réclame pas de la mouvance du développement durable et ne s'appuie donc pas sur ces considérations environnementales. Il était cependant indispensable de les mentionner car leur place dans les politiques des transports sont et seront de plus en plus capitales.
L'idée développée ici concerne en effet davantage les opportunités de construction territoriale laissées par l'automobile et les faiblesses que l'on peut y recenser.

Robert Cervero analyse ainsi sur le plan économique et social les externalités de l'automobile. On convient que le principal dysfonctionnement du système est la congestion. La plupart des auteurs sont ainsi d'accord pour déplorer la congestion qui paralyse les espaces urbains. Marc Wiel recense comme principal inconvénient de la vitesse dans les villes « *d'embouteiller régulièrement ses accès* » (Wiel 2006b). Gilles Antier estime que les principaux problèmes à gérer dans les grandes villes sont la congestion et le manque d'espace, problèmes qui s'amplifient dans les métropoles et nécessitent une gouvernance adéquate (Antier 2005). Enfin, Gabriel Jourdan emploie le terme de « *transports inadaptés* » dans un contexte métropolitain (Jourdan 2005). Une enquête FHA de 1995 estime que la congestion fait croître de 57 % le temps de trajet (Cervero 1998 p. 40), annulant quasiment les temps d'attente nuisibles aux transports collectifs. La congestion et la consommation d'espace sont donc les

principaux inconvénients spatiaux de la métropolisation et on peut penser que l'automobile joue un rôle prépondérant dans chacun de ces processus.

Sur le plan strictement économique, des études ont montré que ces retards engendraient des coûts qui dépassent l'amortissement des infrastructures (Rowand 1989). Les solutions routières, à savoir l'élargissement des voiries et la construction de nouvelles infrastructures n'ont pas été couronnées de succès, au contraire ces mesures sont perçues comme des encouragements à l'utilisation de la voiture et les nouvelles voies routières se retrouvent très vite saturées. L'exemple type californien est éloquent : en effet si les aménagements ont conduit à une augmentation de 10 % de la longueur des voies routières sur l'état en kilomètres, dans le même temps les VKT (véhicules par kilomètres et par unité de temps) ont augmenté de 9 % (Hansen 1995).

Sur le plan social, l'isolement physique et économique, car l'automobile n'est pas accessible à tous les revenus, est porteur d'inégalités. La population captive des transports collectifs se retrouve en effet exclue de nombreuses offres de la société, de nombreux réseaux. En ce qui concerne les possibilités d'appropriation du territoire, des travaux ont affirmé les difficultés de la construction d'un sentiment d'appartenance à une société et à son territoire dues à la ségrégation que confère la voiture individuelle (Jacobs 1961, Pierce 1996). Des exemples concrets appuient l'idée que les transports collectifs réduisent considérablement ces dysfonctionnements : une vaste opération de recours aux transports collectifs à Milwaukee a aidé 3000 personnes à trouver un emploi (Werych et Lind 1997). Il est aussi noté que les transports collectifs ont un effet catalyseur, autour notamment des stations, qui améliorent la mixité et la cohésion sociales. Notons bien que plus encore que les autres questions relatives au transport, celle de la cohésion sociale est fortement corrélée au domaine politique.

Pour équilibrer la balance, la conclusion des démonstrations de Cervero est à mettre en rapport avec les grands bénéfices en termes de qualité de vie et de productivité qu'apporte l'automobile.

En effet, l'automobile a été porteuse de développement, car le système automobile, comme le montre très bien Gabriel Dupuy (Dupuy 1995) engendre la création de routes, de signalisations, de lampadaires qui bénéficient aux espaces desservis dans un grand élan de désenclavement. Il fut ajouter les innovations techniques profitables à la société qui découlent du développement du sytème automobile. L'accessibilité offerte par les routes va de plus amener une vitalité économique dont la métropolisation s'est nourrie.

Sur le plan social, l'automobile a un incontestable impact bénéfique sur la qualité de vie et prend une place importante dans les référents culturels ou esthétiques des sociétés occidentales. L'automobile permet une appropriation intense des territoires par le sentiment, qu'on suppose universel, de libérté ou de libération qu'il confère à son utilisateur (Dupuy 1995).

Cette liberté permet à chaque automobiliste d'opérer un parcours « *électif* » (Dupuy 1995 p.92), de dessiner selon ses choix un front de territorialisation moins contraint dans le temps et dans l'espace que dans les transports collectifs. La voiture individuelle recompose donc les espaces urbains et métropolitains pour structurer les « *territoires de l'automobile* » (Dupuy 1995).

Mark DeLucchi signale en guise de conclusion que *« motor-vehicle use provides enormous social benefits and, in our view, probably greatly exceeds the social cost*. » (L'usage des véhicules motorisés fournit d'énormes bénéfices sociaux et, selon nous, compense largement leur coût social. Traduction personelle de DeLucchi 1996 page 9.)
Malgré ces qualités indéniables, le système urbain afférent à l'usage **exclusif** de l'automobile semble atteindre une incapacité à surmonter ses faiblesses et à pérenniser son fonctionnement. Robert Marconis affirme effectivement que « *Le temps n'est plus d'une utopie qui pensait possible "d'adapter la ville à l'automobile"* » (Marconis 2004).

La capillarité automobile permet en effet d'entretenir des processus de diffusion et d'extension spatiale qui mènent à une suburbanisation faiblement structurée. Cette consommation d'espace nuit à la diversité spatiale caractéristique des systèmes métropolitains comme définis dans le chapitre II. Marc Wiel oppose d'ailleurs la métropolisation, qu'il définit comme « *une mise en synergie des territoires fondée sur un partage des services aux entreprises dans un espace métropolitain* » à cette consommation d'espace dans ce qu'il appelle le « *conflit entre métropolisation et périurbanisation* » (Wiel 2006b page 4).
Ainsi, il semble que les qualités circulatoires de l'automobile ne sont pas nécessairement accompagnées par des propriétés de construction métropolitaine dans laquelle les fonctions sont amenées à se concentrer pour construire des territorialités. En effet, Robert Marconis identifie la voiture comme relative à la planification des années 1960, c'est-à-dire la spécialisation des espaces par leur fonction (Marconis 2004). Cette politique est désormais désuète du fait de la réorganisation spatiale métropolitaine. Jacques Lévy réalise d'ailleurs une grille d'analyse de « l'urbain », fondée sur la coprésence des fonctions urbaines (services, commerces), la cohésion sociale et de variables comme la compacité du bâti (voir Lévy 1999 page 243). En tête de ce classement de l' « *urbanité* » trône Amsterdam, et en queue de peloton figure Johannesburg.

Cette évaluation des qualités urbanistiques des territoires nous amène à poser la question des conséquences du tout-automobile sur les villes. Or, il apparaît que les dessertes routières permettent rarement d'assurer les objectifs urbains décrits entre autres par Lévy. Prenons un exemple concret : un grand équipement de dimension métropolitaine, s'il est desservi exclusivement par des routes, ne pourra faire l'économie de la construction d'un parking. Ce parking, souvent de très grande taille, obèrera les qualités urbaines, aussi bien paysagères que fonctionnelles, qu'une station de transports collectifs pourrait assurer. L'exemple de la gare TGV d'Aix-en-Provence, équipement métropolitain par excellence, desservi uniquement par la route est probant.
Le parking, bien que gigantesque, ne peut absorber l'ensemble de la flotte concernée, et la situation aboutit à une dérégulation, du parking sauvage, dont les désagréments paysagers et environnementaux sont évidents. La surface des villes américaines est composée à hauteur de 30 % par des parkings (Cervero 1998). Presque un tiers de la superficie de ces villes sont donc voués à la simple fonction de stationnement. On jugera de la faiblesse des possibilités de structuration territoriale étant données ces contraintes spatiales.

Si les villes européennes ne sont pas concernées à cette hauteur par les problèmes de consommation d'espace, le recours systématique à la desserte routière ne permettra pas à l'avenir d'organiser de manière équilibrée les territoires.

La rigidité, la canalisation, la massification et la densité (en un mot la structure) proposées par les transports collectifs sont autant des inconvénients vis-à-vis des comportements individuels que des avantages dans le cadre urbain dans lequel se réalisent ces mobilités. Ainsi, il paraît pertinent d'imposer aux mobilités cette structure, cette contrainte, pour faciliter leur gestion dans un contexte métropolitain et permettre un fonctionnement des territoires.

A la lumière de ces arguments, nous pouvons conclure qu'alors que l'automobile est un facteur de métropolisation, indispensable à la vie quotidienne des agglomérations, son usage quasi-exclusif mène à des dysfonctionnements notables. À ce sujet Gabriel Dupuy jugeait que la ville n'allait pas succomber aux nuisances de l'automobile, pas plus qu'elle ne souffrait de thrombose, mais que les territoires urbains façonnés par l'automobile étaient juste **différents** de ce qu'ils pouvaient être auparavant (Dupuy 1995). De la même manière, notre travail ne milite pas **contre** l'usage de l'automobile mais entend proposer une alternative, un choix différent de développement des espaces métropolitains qui compose avec d'autres moyens de se déplacer.
Les transports en commun, par leur capacité à répondre de manière massifiée et canalisée aux mobilités urbaines, ainsi que par les opportunités d'association à des projets urbains mêlant fonctionnalité des espaces et qualités paysagères, présentent donc une possibilité de développement. L'objectif de notre travail est donc **d'analyser et de proposer des alternatives de développement des territoires par les transports en commun, posées comme des alternatives au modèle automobile.**

La problématique est donc précisée : **favoriser la structuration des territoires métropolitains par les réseaux de transport collectif.**

Conclusion
Notre travail considère les réseaux de transport comme des outils permettant de favoriser la structuration des territoires métropolitains. L'objectif de la recherche est de proposer un outil d'aide à la décision qui permette d'analyser l'inscription territoriale des réseaux de transport et ainsi d'établir un potentiel de structuration métropolitaine par les réseaux. La mesure des possibilités de structuration des territoires est un préalable à l'établissement de simulations, présentées comme des solutions aux éventuels dysfonctionnements observés. Pour formuler des solutions d'aménagement, il convient de s'intéresser aux bonnes pratiques existantes. Ainsi, plusieurs villes, plusieurs territoires métropolitains, peuvent inspirer les aménageurs par la bonne gestion des déplacements dans la ville. Ces exemples se manifestent par deux caractéristiques spécifiques :
- **l'innovation** constante, tant dans les techniques, dans les organisations, que dans les gestions institutionnelles ;

- la conception intégrée des problématiques d'urbanisme et de transport : ce n'est pas la ville qui s'adapte aux transports mais les transports qui s'adaptent aux territoires urbains. Dans l'absolu, la conception optimale semble être l'intégration spontanée, c'est-à-dire que les opérations doivent être pensées simultanément. À ce sujet, Marc Wiel affirme qu' « *on ne peut réduire l'encombrement qu'en accordant l'offre en déplacement et l'agencement urbain* » (Wiel 2006b page 5).

L'encombrement, ou congestion, paraît en effet, avec la consommation d'espace, le problème spatial le plus important dans la gestion des territoires métropolitains. Ces deux problèmes sont imputables à un système de déplacement largement dominé par l'automobile (voir Dupuy 1999a&b, Newman et Kenworty 1999, Wiel 2002).

Ainsi, l'objectif de la recherche est de proposer une alternative à la ville automobile en mesurant les potentiels de fonctionnement métropolitain que génèrent les réseaux de transport collectif.

Conclusion Chapitre II

Cette thèse se situe dans une visée opérationnelle qui considère les qualités des réseaux pour construire du territoire. Ce chapitre nous a permis de formuler plus explicitement et plus précisément vers quel type de contribution nous nous dirigeons. Il s'agit de considérer les espaces **métropolitains**, car c'est là que la relation transport/territoire prend tout son sens. De plus, l'analyse sera traitée par des mesures d'**accessibilité**, car ce concept riche permet de mesurer un potentiel d'**appropriation** et de **structuration**. Enfin, ces calculs se concentreront sur les performances des **transports en commun**, car ils présentent une opportunité pour proposer une alternative à la ville automobile. Celle-ci manifeste en effet des limites, notamment par la ségrégation sociale qu'elle contribue à alimenter.

Tous ces éléments se retrouvent assez bien dans ce que Vincent Kaufmann a conceptualisé comme la *motilité*. En effet, définie comme *« la manière dont un individu ou un groupe social fait sien le champ du possible en matière de mobilité et en fait usage pour développer des projets* », elle regroupe trois apects qui sont l'*accessibilité*, l'*appropriation* et la *compétence* (Kaufmann 2001). La motilité représente le potentiel de mobilité, qui peut aboutir à un déplacement ou pas. Nous nous inscrivons ainsi dans la même vision, puisque nous allons analyser le potentiel offert à la mobilité par les réseaux de transport, en mesurant l'accessibilité et les possibilités d'appropriation. Le versant que nous n'étudions pas est la compétence, c'est-à-dire que nous n'intégrerons pas une analyse de la demande ou des groupes sociaux desquels elle émane.

Afin de poursuivre cette précision de l'ensemble des matériaux nécessaire à la réalisation du travail, il convient maintenant de définir des terrains d'études.

Chapitre III : Deux régions métropolitaines pour appliquer un raisonnement

La problématique étant désormais formulée avec précision, il est nécessaire, préalablement à l'analyse proprement dite, de sélectionner des terrains d'études. Le choix se fait en deux temps.

D'abord, il convient de choisir quel type de territoire va être mobilisé. Cela interroge la question des échelles et la différenciation entre espace fonctionnel et espace institutionnel.

Ensuite, il est nécessaire de choisir un ou plusieurs territoires réels, existants, pour mener l'analyse. Le choix s'est ici porté, en rapport avec les problématiques, sur deux espaces différents mais interrogeant chacun à sa manière la question du transport métropolitain. La mise en perspective d'un des territoires par l'autre devient ainsi un des objectifs du travail

III.1 La région métropolitaine comme échelle pertinente

L'objectif de cette thèse se situe dans un cadre d'utilisation des transports comme outils de construction et d'aménagement territorial. La seconde étape est la proposition d'aménagements concernant les transports pour encourager, supporter, matérialiser, inciter des politiques de fonctionnement des territoires visés. Les réseaux de transports, bien qu'objets centraux de l'analyse, ne sont donc qu'un moyen au service de stratégies que l'on qualifiera de territoriales. Le territoire, objet des visées intentionnelles individuelles et collectives doit donc être défini.
La recherche d'un espace pertinent d'application et de mobilisation des mécanismes, conceptuels et avérés, présentés précédemment revient donc nécessairement à la recherche de la société correspondante. En effet, le choix des terrains d'études ne peut être guidé uniquement par des considérations humaines, la sélection des territoires ne pouvant pas répondre à des critères physiques (reliefs).
On cherchera ainsi à définir des territoires de fonctionnement humain, ce qui fait nécessairement émerger la question de l'échelle.
L'objet de cette partie est donc la réponse à ces interrogations en définissant des territoires métropolitains, sur des critères fonctionnels mais aussi politiques.

III.1.1 Le système, entité spatiale cohérente

L'aménagement du territoire nécessite la délimitation, la définition d'un périmètre. Notre travail a pour objet l'aménagement des territoires de la métropolisation au moyen des réseaux de transports. Nous devons donc délimiter un champ d'application correspondant aux processus métropolitains et dans lequel les réseaux de transports sont susceptibles de jouer un rôle structurant. L'objectif étant de favoriser le fonctionnement du territoire, on peut trouver un intérêt à définir ce territoire de manière fonctionnelle.
Identifions donc l'espace fonctionnel de la métropolisation.

Fonctionnements en réseau et espace fonctionnel

Certains auteurs ont pu remarquer que les réseaux, par nature, possèdent la faculté de « **prendre sens dans plusieurs systèmes territoriaux, à des échelles géographiques diverses** » (Offner et Pumain 1996 p.25). En effet, les processus morphogénétiques des réseaux techniques, notamment les phases de redéploiement (Offner 1993a) par maillage ou par connexion redessinent de nouvelles territorialités.
La volonté politique a toujours été de superposer l'espace administratif sur sa composante fonctionnelle, comme en atteste la création des départements en France en 1789. L'idée était effectivement de rendre accessibles les chefs-lieux de départements à tous les points de l'espace français en une journée de voyage (Offner et Pumain 1996). Cette recherche

d'optimum dimensionnel se heurte aux zones d'influences et aux flux, majoritairement socio-économiques mais pas uniquement, qui définissent les espaces fonctionnels.
Ces flux, qu'ils soient matériels ou immatériels, humains ou économiques, construisent le fonctionnement métropolitain. En effet, les bassins d'emploi plus ou moins bien délimités par les institutions ont maintenant laissé place à des systèmes beaucoup plus vastes, construits par des processus d'ampleur métropolitaine. La multiplication des échanges remet en cause les politiques locales autarciques par la confrontation des intérêts, l'espace s'étant rabougri et les distances amenuisées.

Où situer l'échelon métropolitain ?

Les processus métropolitains ont remis en cause les délimitations existantes, non seulement de manière horizontale, c'est-à-dire que les frontières communales, départementales ou régionales se sont trouvées atteintes dans leur légitimité, mais aussi de manière verticale. Ainsi, l'emboîtement des échelles, très caractéristique du système pyramidal français, est bouleversé par les fonctionnements métropolitains. Les flux et échanges d'ordre métropolitain vont mêler différentes portées d'action et concerner différents niveaux de territoire. Le cas des sièges sociaux des grandes multinationales est dans cette optique exemplaire : se côtoient des gestionnaires des filiales locales et les directeurs généraux des firmes les plus puissantes et les plus riches du monde. Un des exemples les plus éloquents reste celui des transports.
Le développement des transports au-delà des circonscriptions et espaces traditionnels est à relier avec un aspect inhérent à la réticularité, à savoir la capacité de relier des espaces différents. Les réseaux sont des territoires hétérogènes, correspondant à des échelles distinctes. Le point de réseau, rupture de charge, en particulier, va faire exister plusieurs échelles territoriales en un même lieu. Ainsi, dans les quelques étages de la gare du Nord à Paris vont s'imbriquer des trajectoires locales (bus), urbaines (métro), régionales (RER) ou internationales (TGV). C'est ce que l'on peut désigner comme un *« télescopage des échelles, interpénétration des niveaux géographiques »* (Offner et Pumain 1996 p.30). Ce lieu métropolitain correspond donc à plusieurs échelles territoriales. Comment alors prendre correctement en compte le cadre du fonctionnement de ce lieu ?
La finesse, l'importance, la diversité des interrelations, ainsi que l'enchevêtrement des fonctionnements et des gestions des systèmes territoriaux, nous renvoient à une proposition simple : à moins de postuler l'exhaustivité, et ainsi entreprendre d'étudier le système-monde, l'analyste est contraint de sectionner certaines relations, et ainsi faire des choix. Dans le cas présent, l'accent mis sur les processus métropolitains et les réseaux de transports nous oriente vers un système régional.

III.1.2 Le choix de la région comme territoire de la métropolisation

La définition d'un territoire d'étude se heurte donc à des choix objectifs qui se résument en la définition d'une échelle de pertinence du système étudié. Cette définition, dans un cadre opérationnel d'aménagement du territoire doit en outre prendre en compte les deux aspects

fondamentaux du territoire tel qu'il est approprié par les sociétés humaines : l'espace fonctionnel et l'espace institutionnel.

Des fonctionnements régionaux

D'un point de vue fonctionnel, les dynamiques métropolitaines semblent s'insérer plus ou moins bien dans un carcan régional.

Le terme *« regio »* vient du latin *« regere »*, qui signifie tracer une ligne ou une limite. Dans la Rome antique, la « *regio* » évoquait la délimitation d'une zone alors que la région française est un échelon administratif.

Le processus de métropolisation a reconfiguré les espaces fonctionnels. L'ouverture des marchés locaux a fait émerger un nouvel espace économique, le niveau métropolitain, « *considered to be the territorial scale at which international competition now frequently takes place* » (Sykes 2005b). Ce phénomène économique se heurte à la spatialité, qui dessine les systèmes de niveaux métropolitains.

En effet, les aires urbaines de l'INSEE furent un premier pas vers un essai d'identification des territoires fonctionnels. Cependant, les évolutions récentes attestent d'une obsolescence de la notion pour figurer les territoires de la métropolisation. Les aires urbaines entretiennent entre elles des relations fortes qui sont assimilées à une « *mise en résonance* » vers la constitution de « *systèmes métropolitains* » (FNAU 2006). De nombreux indicateurs attestent ainsi d'espaces fonctionnels plus larges que les aires urbaines. La figure III-1 montre l'illustration des migrations résidentielles. Si l'on fait l'hypothèse que ces migrations sont le fruit de l'inscription de trajectoires de vie dans un espace, on voit que les aires urbaines appartiennent à un espace fonctionnel plus vaste qui s'intègre de manière généralisée dans les limites des régions administratives.

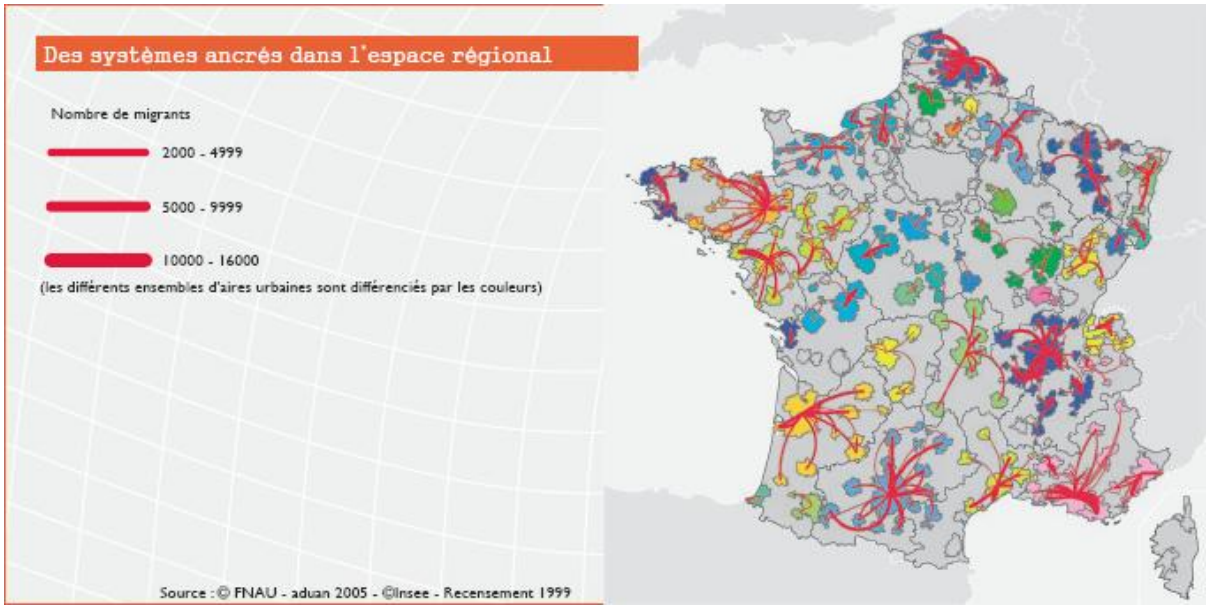


Figure III- 1 : Cohérence des régions comme espaces de la métropolisation (FNAU 2006)

Les migrations domicile-travail, outil classique et reconnu de définitions des espaces fonctionnels, appliquées aux aires urbaines, donnent une idée plus précise des « aires métropolitaines » comme le montre la figure III-2.

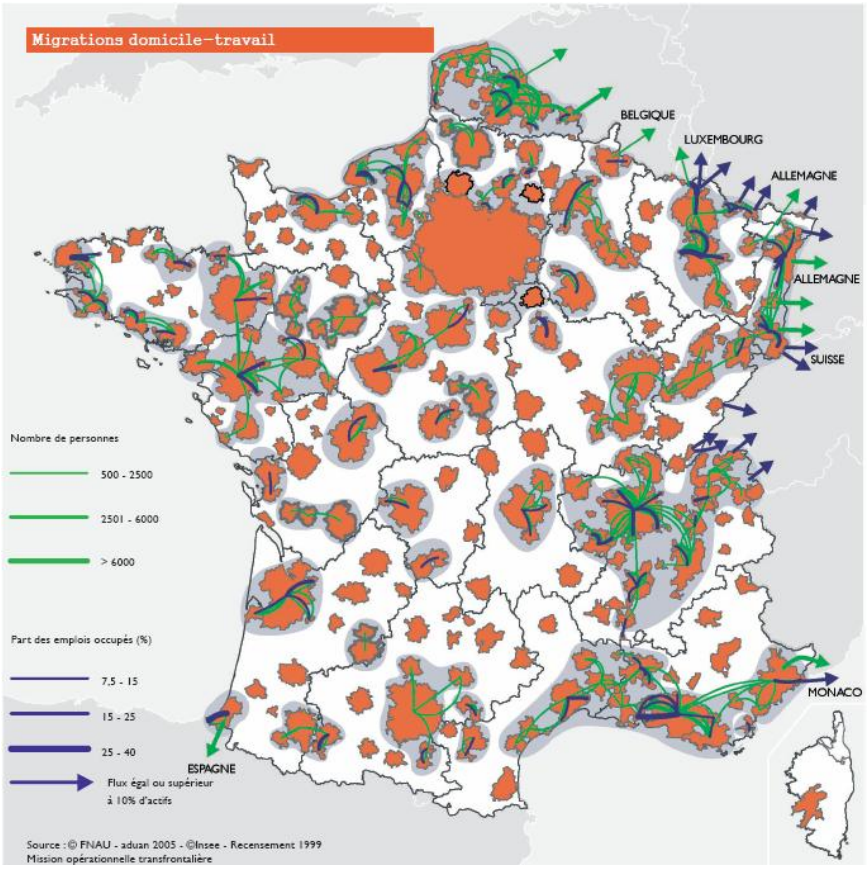


Figure III- 2 : Les entités régionales comme contenants des déplacements domicile-travail (FNAU 2006)

On peut remarquer, hormis l'établissement de plusieurs entités transfrontalières, que ce découpage métropolitain fait émerger tout au plus une dizaine d'aires sur le territoire français. La figure III-3, carte des migrations domicile-lieu d'études, structurant l'espace fonctionnel des étudiants uniquement, se superpose quasiment sur les flux de la carte précédente.

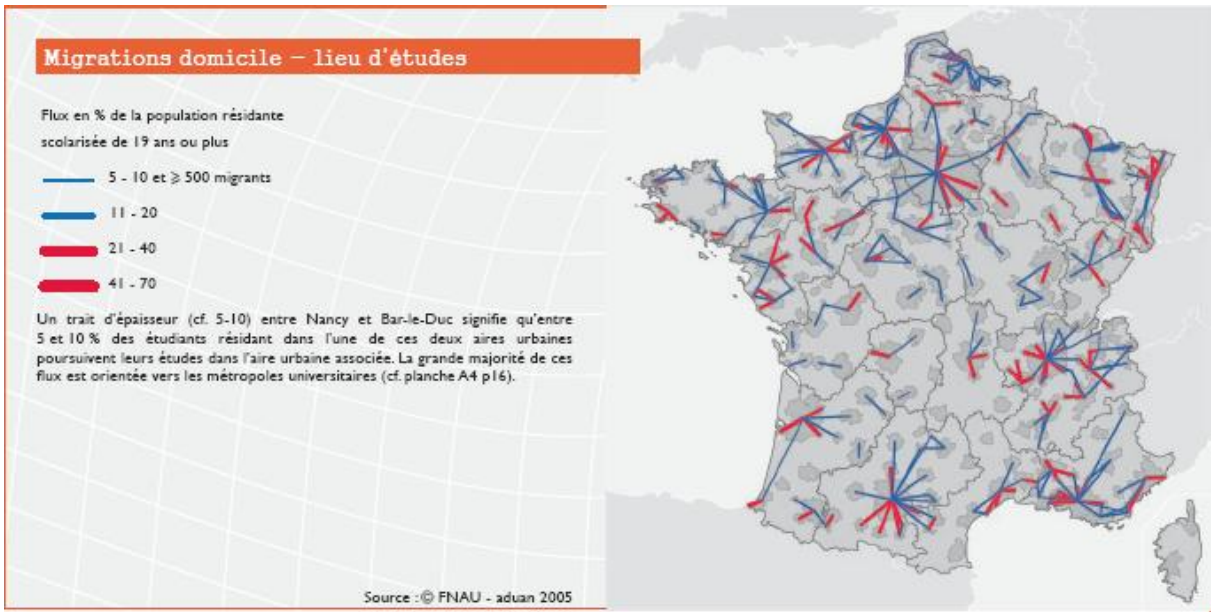


Figure III- 3 : Les déplacements domicile-études et leur inscription régionale (FNAU 2006)

Il en est quasiment de même pour les relations entre sièges d'entreprise et établissements locaux comme le suggère la figure III-4.

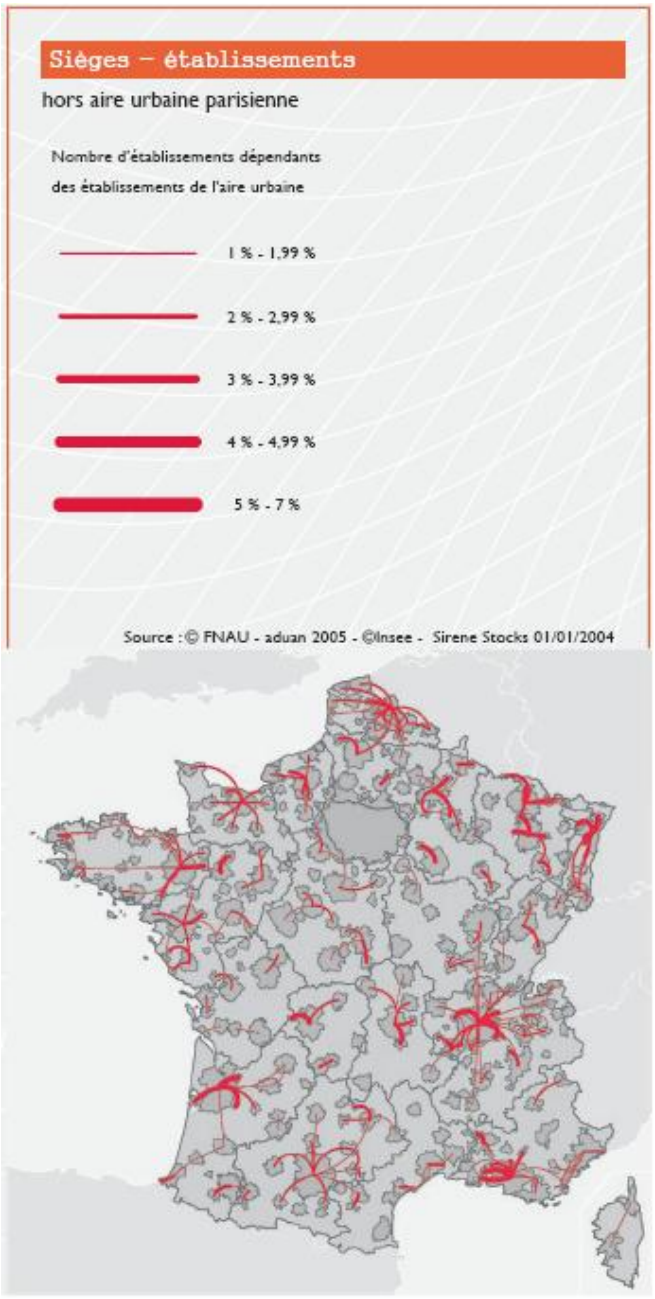


Figure III- 4 : Les relations sièges sociaux-établissements en France (FNAU 2006)

Tous ces indicateurs, significatifs d'un fonctionnement socio-économique des systèmes territoriaux font ressortir l'émergence, en France, de territoires cohérents, plus larges que les aires urbaines mais dépassant rarement les limites de leur région.
Cet espace fonctionnel doit être confronté aux espaces institutionnels qui représentent l'appropriation politique des territoires.

Des jeux institutionnels

L'idée d'accentuer le pouvoir de gestion d'entités inférieures aux territoires nationaux et supérieurs aux noyaux communaux (on parle d'échelle « *meso* », Sykes 2005b) ne date pas de la décentralisation. Ainsi dans les pays à structure fédérale, une grande autonomie politique

est laissée aux échelons méso qu'il s'agisse de *Lander* en Allemagne, de *Cantons* en Suisse ou des *Regioni* italiennes. En revanche, dans les États plus centralisateurs, comme la France, il a fallu attendre les années 1980 pour que ce mouvement s'engage. Si la gestion des territoires locaux par des collectivités locales fût l'objectif annoncé des processus de décentralisation administrative, l'émergence du niveau régional en aménagement du territoire n'est pas négligeable. L'aménagement du territoire français est d'ailleurs né du déséquilibre entre la région parisienne et les autres régions françaises, que l'on a voulu réduire à partir des « *Métropoles d'équilibres* », villes devenues aires métropolitaines. La région s'est depuis imposée comme échelon d'application des politiques d'aménagement du territoire, notamment avec le Schéma régional d'aménagement et le CPER. La croissance démographique et économique, l'extension spatiale et la multiplication des échanges ont rendu l'échelle micro (l'agglomération) trop étroite pour conceptualiser l'ensemble des enjeux métropolitains. D'autre part, le passage des relations pyramidales aux relations horizontales a remis en cause l'autorité de l'échelon national. L'exemple des relations entre firmes (Bury 2001) peut montrer le manque de légitimité de l'Etat dans ces problématiques nouvelles.

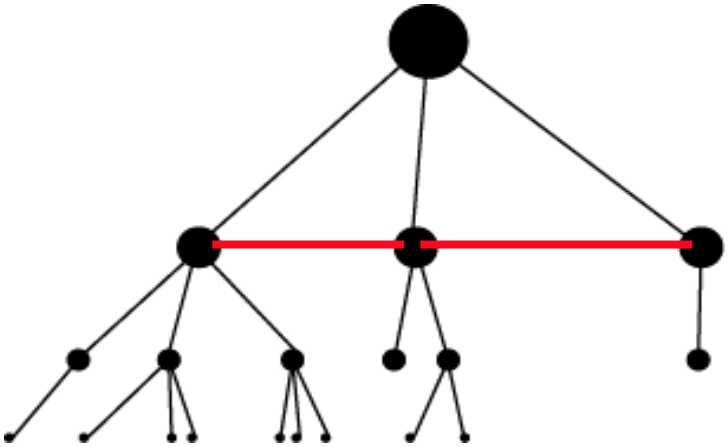


Figure III- 5 : Les changements de relations dans l'espace des firmes

La figure III-5 représente le passage des relations pyramidales de type Paris - Région - Département - Commune en noir, aux relations transversales interrégionales en rouge dans l'espace des firmes.

En effet dans les années 1960 l'espace économique français était unifié sous l'égide parisienne, les fonctions économiques se calquant sur les échelons de la pyramide administrative. Désormais, l'économie en réseaux permet aux firmes régionales de contacter directement les marchés internationaux sans passer par l'intermédiaire parisien. Ce fonctionnement horizontal, profitable aux échanges interrégionaux plus qu'aux échanges régions - États, est extensible à l'espace socio-économique et l'espace de vie des sociétés. Ce fonctionnement métropolitain de l'espace va profiter aux régions.

Cependant, la composante institutionnelle et décisionnelle est absente de ces construits géographiques. L'intercommunalité, censée répondre aux dynamiques métropolitaines, s'est construite petit à petit et avec des fortunes diverses selon les cas. Portée par des valeurs de coopération autour d'intérêts communs, l'intercommunalité consiste en le partage de compétences au sein d'une structure institutionnelle plus souple que les administrations traditionnelles.
Ainsi, les métropoles se sont dotées selon les cas de communautés de communes, communautés d'agglomération ou communautés urbaines, englobant les grandes villes et les communes composant leur espace fonctionnel. Malgré ces efforts, l'intercommunalité répond imparfaitement au fonctionnement métropolitain (Richer 2007). Cette gouvernance urbaine est donc déjà certainement, analogiquement aux aires urbaines, dépassée par les dynamiques récentes, et ne correspond pas aux territoires de la métropolisation. La « *gouvernance métropolitaine* » est donc aujourd'hui largement inopérante (Dolez et Paris 2004), et se construit sur les bases des relations entre institutions, parmi lesquelles les intercommunalités tiennent un rôle majeur. Les espaces métropolitains sont ainsi davantage gérés par des coopérations ponctuelles, projectuelles, hétéroclites (unissant acteurs publics et privés) qui n'ont d'autres identités que celle de « *machins* » selon l'expression de Daniel Béhar (Béhar 2006).
La politique de la DIACT, avec la création des réseaux de villes en 1989 puis des appels à coopération métropolitaine 15 ans plus tard, a contribué à la fédération des acteurs institutionnels autour de projets, d'abord économiques puis plus largement territoriaux. Les « *contrats métropolitains* » entre les différents acteurs ont ainsi permis de porter des objectifs d'enseignement, recherche, culture ou transport (FNAU 2006). Ainsi « *des thématiques d'une gouvernance élargie émergent autour de la cohérence des politiques publiques : Plans de déplacements urbains, inter-SCOT à l'échelle métropolitaine…* » (FNAU 2006) dans un mode d'administration qui est qualifié d'interterritorialité (FNAU 2006).

On peut remarquer des similitudes entre l'exemple français et le cas du Royaume-Uni dans la politique du NGWS (*« Northern Way Growth Strategy* »), menées par les RDAs (« *Regional Development Agencies* ») du nord de l'Angleterre. Les objectifs sont aussi ceux d'un changement institutionnel vers l'organisation à un niveau métropolitain de politiques communes (Parkinson, Hutchins, Simmie, Clark et Verdonk 2004). Le développement des partenariats est de plus de la même manière qu'en France fondé sur une approche contractuelle, plus souple et donc plus apte à épouser les opportunités locales.

Les stratégies britanniques se dirigent en priorité vers des entités désignées par le terme de *City-Regions*. En effet, huit espaces métropolitains de Grande-Bretagne sont sélectionnés pour incarner la politique NGWS (Sykes 2005b). Ces *city-regions* sont les territoires pertinents de la métropolisation et de son aménagement. Ainsi, la construction d'une structuration métropolitaine du territoire britannique se fonde autour d'entités comme la *city-region* de Manchester ou de Leeds, couvrant des espaces beaucoup plus vastes que les comtés (*counties*), premier échelon subnational existant (Sykes 2005b).

Cet échelon pertinent pour l'aménagement des territoires de la métropolisation trouve une traduction différente en France. En effet, Fabrice Decoupigny (Decoupigny 2006) identifie deux formes de territoires métropolitains, la ville-région et la conurbation de plusieurs agglomérations de taille voisine. Cette seconde forme de métropolisation se concrétise dans des espaces comme la Côte d'Azur ou la métropole Rhin-Ruhr. Nous préfèrerons donc, eu égard au tropisme « monocentral » du terme ville-région, utiliser celui de « région métropolitaine » pour définir nos territoires d'études.

Effectivement, les régions métropolitaines désignent non seulement les espaces fonctionnels de la métropolisation, correspondant aux principaux flux socio-économiques, mais encore les visées des différents acteurs de l'aménagement du territoire, notamment elles sont l'objet des stratégies nationales ou européennes de développement. En cela ce sont des espaces de projet.

Il est toutefois nécessaire de signaler le rôle de la région administrative dans la métropolisation, et en particulier dans la gestion des transports. En effet, cette institution administrative porte en partie la gestion des transports à l'échelle qui nous occupe. Ainsi, la régionalisation des chemins de fer français est maintenant et depuis les années 1980 généralisée en France. Les lois de décentralisation telles la LOTI de 1982 et la LOADT de 1995 ont donné à la région le rôle d'autorité organisatrice des transports. Les régions administratives se sont ainsi substituées à l'Etat pour le rôle d'autorité organisatrice des services régionaux, les TER (Transports Express Régionaux). Un espace institutionnel, la région administrative, s'est donc imposé par son autorité de gestion à l'espace fonctionnel construit par les réseaux (Zembri 1997). Dans une thèse portant sur l'utilisation des transports comme outil d'aménagement des territoires métropolitains, le rôle décisif des services ferroviaires, en particulier des TER est tellement déterminant que l'on se doit de prendre en compte les autorités gestionnaires de ces services, en l'occurrence les régions.
La région métropolitaine apparaît donc comme l'espace cohérent de l'aménagement des territoires métropolitains. Néanmoins, par souci d'opérationnalité et donc de dialogue avec des institutions porteuses d'autorité sur les territoires métropolitains, et en particulier concernant des questions relatives aux transports, nous considérerons comme territoire d'application de notre recherche les régions administratives.

Notons que bien qu'inscrites dans le périmètre régional, les processus à l'œuvre se lisent à plusieurs échelles. En effet, le télescopage des échelles montre bien qu'à l'intérieur des systèmes de transports régionaux, plusieurs échelles de déplacement sont concernées. La gestion des déplacements transitant dans les agglomérations pose d'ailleurs des problèmes épineux aux aménageurs. Les fonctionnements en réseau ont multiplié les relations à différentes distances. Il en résulte, dans les espaces métropolitains, une hétérogénéité des déplacements et donc des réseaux. La figure III-6 montre comment ces différentes échelles se côtoient et se croisent tout en restant étanches.

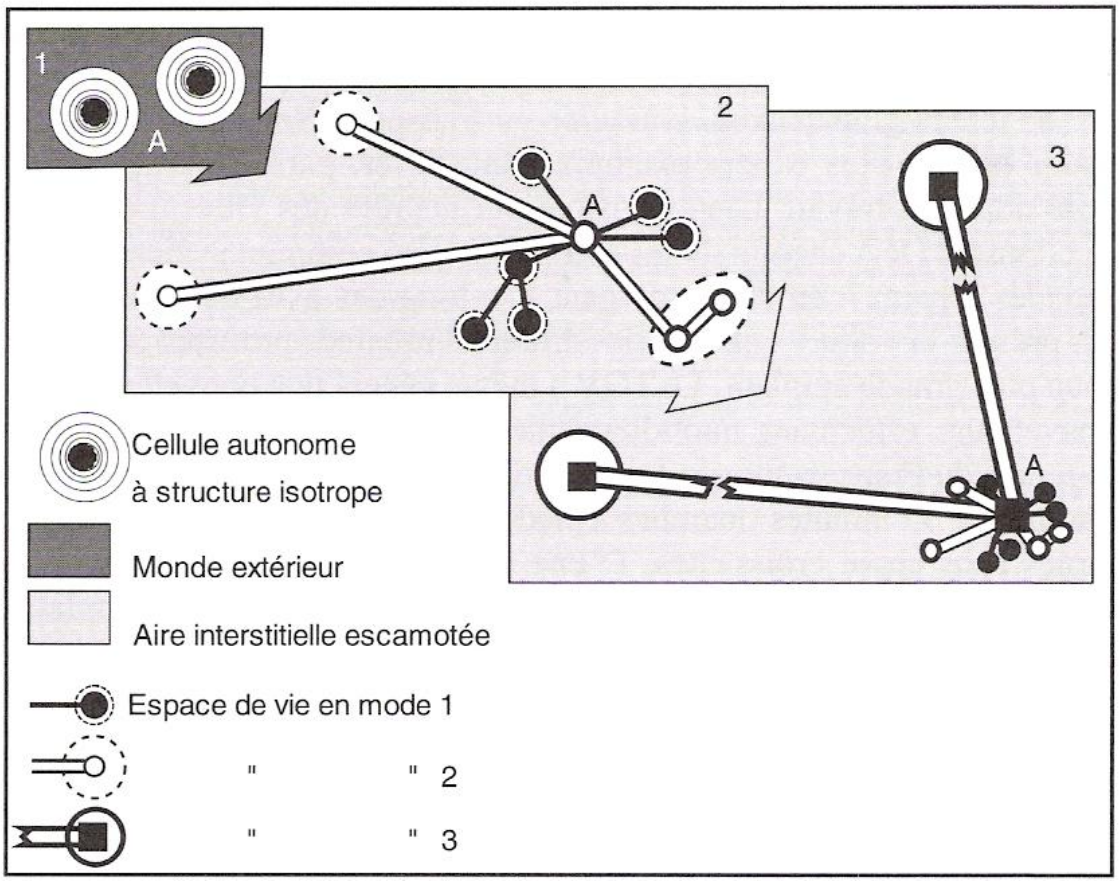


Figure III- 6 : Les différentes échelles de vie des territoires (Bavoux, Beaucire, Chapelon et Zembri 2005)

Les régions métropolitaines sont donc pour la plupart desservies par différents niveaux de transport, que l'on peut brièvement diviser en international, régional, d'agglomération et local ou de quartier. Les modes de transports correspondants étant par exemple le TGV, le TER, le métro et le bus. Comme le montrent Offner et Pumain (Offner et Pumain 1996) les tarifs et les services offerts se différencient selon l'échelle des déplacements. Néanmoins, et la figure III-6 le montre bien, les cœurs métropolitains sont le théâtre de la confrontation des trajectoires. Les déplacements vont donc se croiser et les usages peuvent mobiliser des modes de transport qui ne correspondent *a priori* pas à leur échelle de déplacement. Par exemple on peut se demander si un TGV peut servir une desserte intramétropolitaine. Il semble opportun de se questionner sur le rôle et l'échelle de pertinence des modes de transports. Il apparaît aussi intéressant d'aller plus avant dans cette question des hiérarchies des transports en appréhendant cette segmentation dans une perspective d'aide à la décision en aménagement du territoire.
Pour cela, il faut choisir les territoires d'étude.

Conclusion

La question du territoire pertinent pour mener une analyse pose la question de l'échelle. Quel niveau d'échelon territorial est le plus adapté aux problématiques que nous voulons traiter ?

Dans notre cas, c'est l'appréhension des dynamiques de métropolisation et des phénomènes de mise en réseau par les transports qui dicte ce choix.
Celui-ci s'est ainsi porté sur la région métropolitaine pour plusieurs raisons :
- elle est façonnée par les dynamiques spatiales et fonctionnelles de métropolisation ;
- la région administrative est un échelon pertinent d'aménagement, particulièrement concernant les transports.

Ainsi on considèrera la région métropolitaine comme notre territoire d'études. Plus qu'un territoire fonctionnel ou institutionnel, c'est un territoire de projet.

III.2 La région Nord-Pas-de-Calais : un exemple de service de transports collectifs régionaux

Mesurer les potentialités de construction territoriale métropolitaine nécessite des terrains d'application. Les régions métropolitaines choisies doivent représenter un intérêt dans les relations qu'elles illustrent entre territoire et transport. En réalité, toutes les régions métropolitaines sont concernées par les problématiques de transport. Comment pourrait-il en être autrement ? Les hiérarchies, les déséquilibres, les inégalités présentent des opportunités et des contraintes pour la structuration des territoires.
Plusieurs éléments viennent toutefois nuancer les situations.
Tout d'abord, la situation géographique des régions métropolitaines joue à deux échelles qui renvoient à la question de la situation de la région par rapport à son environnement et à la situation des éléments du territoire métropolitain les uns par rapport aux autres.
En effet, les configurations et les rapports de force entre polarités locales dessinent des schémas différents. De la même manière, la forme des semis urbains et les positions relatives des villes influent fortement sur les interactions et sur la constitution des réseaux.
La localisation des pôles de fonctionnement du territoire et des sites métropolitains, clés de voûte de la construction métropolitaine, ordonne à son tour les politiques régionales de transport.
Ainsi, la plus ou moins grande concentration pose les problématiques de transport différemment selon les cas.

D'autres facteurs orientent les choix de terrain : notre analyse portant essentiellement sur les transports collectifs, la problématique du rapport de force avec la voiture individuelle détermine plusieurs profils ayant plus ou moins d'intérêt. Concernant ces questions de transport, la dimension politique est aussi cruciale et les réponses apportées par les acteurs locaux aux différents défis proposés déterminent des situations plus ou moins riches d'enseignements.
Plus largement, l'efficacité et la maturité des réponses aux questions de transport et d'accessibilité n'est pas la même selon les régions métropolitaines.

Enfin, la grande question contemporaine concernant les régions métropolitaines et les transports, concerne, on l'a vu, la mobilisation de la grande vitesse ferroviaire. Ce dernier facteur constitue le principal élément de choix des terrains.

Préalablement à l'examen proprement dit des cas sélectionnés, des éléments plus généraux doivent être explicités.
En premier lieu, la question du nombre d'applications doit être posée. Un seul cas d'étude n'aurait pas permis de tester la méthode de manière satisfaisante, les résultats auraient en effet été constamment soumis aux interrogations quant à la part des contingences locales. D'autre part, la difficulté et la lourdeur relatives à l'acquisition des données, la modélisation des réseaux et les traitements (cf. deuxième partie) interdisent la multiplication des terrains d'études. La nécessité de bien connaître les terrains pour affiner l'analyse dans le versant opérationnel nous a fait opter pour deux applications. L'argument du test de la méthode oriente la décision vers deux régions différentes. Cela implique que les situations ne sont pas comparables, et que l'approche analogique ne peut pas être mobilisée en vue de faire émerger des résultats signifiants. La démarche est plutôt de mettre en perspective certains résultats, eu égard aux différences locales.
D'autre part, comme on l'a vu dans la partie précédente, la région métropolitaine est une notion répandue en Europe. Cependant, les facilités de délimitation administrative, et ainsi d'acquisition de données, nous orientent vers les régions françaises, dans lesquelles la question de l'appropriation de la grande vitesse est plus facilement formulable.
Les deux applications choisies présentent l'originalité d'être des régions métropolitaines transfrontalières, et la question des relations de transport franchissant les frontières sera par conséquent abordée.

Encadré 1: Applications, critères de choix

Comme l'explique l'encadré 1, le choix des applications s'est porté sur deux régions métropolitaines présentant un intérêt du point de vue du rôle des transports dans la structuration du territoire. Cette partie a pour objet de présenter la première d'entre elles, la région métropolitaine de Lille.

Lille est une des plus grandes villes françaises et elle domine une région métropolitaine transfrontalière présentant des enjeux de transport intéressants.

Sa situation la place potentiellement dans un rôle de carrefour qui appelle à une politique de transports efficace. À une autre échelle, c'est dans ses rapports avec ses satellites et notamment avec le bassin minier du Pas-de-Calais que l'avenir du développement régional se dessine en partie.

Enfin, à ces deux échelles et de manière décisive, la région métropolitaine lilloise se caractérise par une appropriation de la grande vitesse, qui, à l'échelle française, peut apparaître comme exemplaire.

III.2.1 Une situation au cœur d'un espace de développement européen

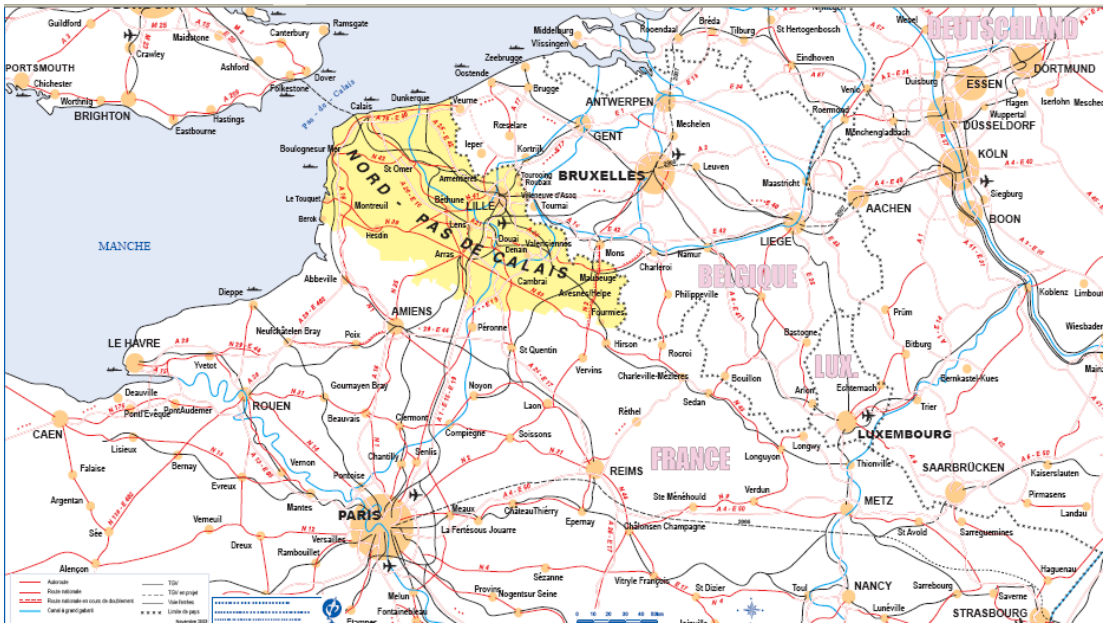


Figure III- 7 : Situation du Nord-Pas-de-Calais (Source : atlas internet Nord-Pas-de-Calais) www.sigale.nordpasdecalais.fr/

Lille, ou Rijsel en néerlandais, est la « capitale des Flandres », cité marchande développée au Moyen-Âge dans le nord flamand de l'Europe. Son essor est en grande partie imputable à la diffusion des textiles à partir du XVIe siècle.

Lille est la préfecture du département du Nord et capitale de la région Nord-Pas-de-Calais. Ce port fluvial, arrosé par la Deûle, domine une région sans relief marqué et possédant une façade littorale sableuse qui fait face aux côtes anglaises.

Le développement de cette grande ville a mené à ce que l'on a appelé l'agglomération Lille-Roubaix-Tourcoing, puis à une aire urbaine de plus d'1,1 millions d'habitants classée comme la 4e en France (INSEE 1999). Outre ces phénomènes démographiques, la métropole lilloise est classée quatrième au classement économique des aires urbaines françaises avec 128 milliards de francs de Produit intérieur brut en 1991 (Davezies 1996). En revanche, pour les emplois stratégiques (métropolitains), l'aire urbaine lilloise est classée cinquième avec près de 38 000 emplois stratégiques (INSEE 1999).

En plus de cette bonne position dans la hiérarchie urbaine française, Lille est concernée par le fait métropolitain tel qu'il a été défini dans les parties précédentes. En effet, la ville nouvelle de Villeneuve d'Ascq accueille un parc scientifique où l'innovation technologique opérationnelle concerne un grand nombre d'entreprises. Elle est accompagnée par la formation et la recherche matérialisée par l'Université des Sciences et Techniques de Lille 1.
De plus, Lille s'est souvent manifestée par l'organisation de grands évènements culturels internationaux, comme le montre le titre de « Capitale Européenne de la Culture » en 2004, à défaut de grands évènements sportifs (candidature malheureuse à l'organisation des jeux olympiques d'été de 2004).
Enfin, le patrimoine architectural reconnu, symbolisé par la Vieille Bourse ou le Beffroi, suscite les faveurs des touristes.

Outre ces éléments généraux, la métropole lilloise se caractérise surtout par sa situation. En effet, comme le montre la figure III-8, Lille et la région Nord-Pas-de-Calais se trouvent potentiellement à proximité de quatre grandes aires métropolitaines européennes : Paris, Londres, la Ruhr et la Randstad (SRT NPdC 2006 page 9).
Ces quatre espaces métropolitains constituent certainement un potentiel de développement spectaculaire. En effet, si Londres et à un degré moindre Paris peuvent être considérées comme des « villes globales », la conurbation rhénane est considérée comme le cœur économique de l'Allemagne et un poumon du développement européen. La Randstad Holland, métropole souvent citée en exemple de durabilité pour sa compacité, son cœur vert et l'organisation de ses services urbains (Lévy 1999, Wackermann 2000), est aussi un espace de développement fort du nord de l'Europe. De plus, Gilles Antier classe dans le « *2e rang des challengers* » au niveau mondial l'aire urbaine d'Amsterdam (Antier 2005 page 26).
Le développement économique, social et culturel de l'Europe se joue sans doute en grande partie dans l'avenir de ces quatre espaces métropolitains qui règnent sur cet espace de l'Europe du Nord-Ouest et qui constitue une bonne moitié Nord de la fameuse « banane bleue ».
De manière plus précise, la région métropolitaine lilloise se situe quasi géométriquement au centre d'un triangle Londres - Paris - Bruxelles. Géographiquement, Didier Paris fait remarquer que « *Lille est la métropole continentale la plus proche de l'Angleterre par le détroit du pas de Calais* » (Paris 2002 page 7) et ni les 93 km la séparant de Bruxelles ni la frontière franco-belge ne constituent aujourd'hui des obstacles très prégnants.

Si l'importance de l'axe Paris - Londres est évidente, signalons que Bruxelles se pose aussi comme une métropole européenne de premier plan, en particularité pour ses fonctions administratives et judiciaires continentales. Ces fonctions contribuent à la classer comme Amsterdam dans le 2e rang des challengers mondiaux au classement plurifonctionnel d'Antier (notons à ce sujet pour plus de transparence que les 4 *leaders* de ce classement sont comme attendu Paris, Londres, New York et Tokyo et que seules 2 métropoles européennes se situent dans le « *1er rang des challengers* » : Madrid et Moscou).

Cette situation de carrefour entre Paris, Londres et Bruxelles entraîne *de facto* une grande croissance des flux depuis l'ouverture des frontières européennes (SRADT NPdC 2005). La gestion de ces flux, et en particulier la facilitation par une meilleure accessibilité, est vue comme une grande opportunité de développement pour la région. Les aspirations sont d'attirer des services de haut niveau et des entreprises mais aussi de développer des activités « *liées à la connaissance et à l'échange* » avec les différents pays concernés. On considère en effet le Nord-Pas-de-Calais comme une zone de transition entre la France et L'Europe du Nord, au carrefour de « *trois « plaques » culturelles (francophone, germanique et anglo-saxonne)* » (SRADT NPdC 2005 page 52).

L'accessibilité externe de la métropole lilloise avec son environnement proche est donc un enjeu de développement prégnant dans l'aménagement de ce territoire.

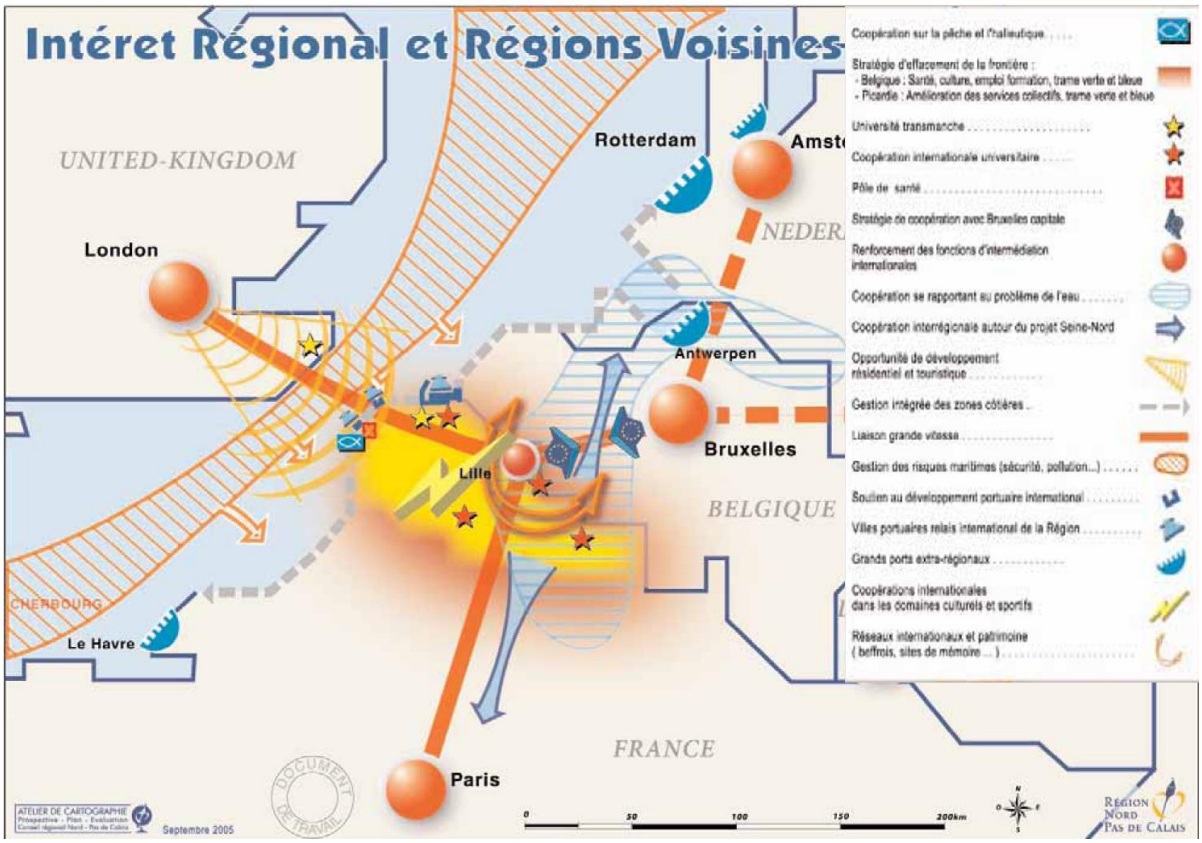


Figure III- 8 : Lille, sa région et son environnement Source : SRADT NPdC 2005

Les problématiques ayant trait aux relations internes sont toutefois aussi importantes. La configuration de la région montre en effet un fort centralisme lillois.

III.2.2 De la métropole lilloise à la région métropolitaine

La métropole lilloise a, depuis les années 1980, par les dynamiques politiques de ces acteurs et leurs aptitudes à créer de la gouvernance, organisé un développement territorial métropolitain. Le territoire résultant et correspondant à la « *Région Urbaine Lille-Nord-Pas-de-Calais* » (Paris 2002 page 1) comprend la région administrative du Nord-Pas-de-Calais à laquelle on intègre les arrondissements frontaliers belges (Paris 2002).

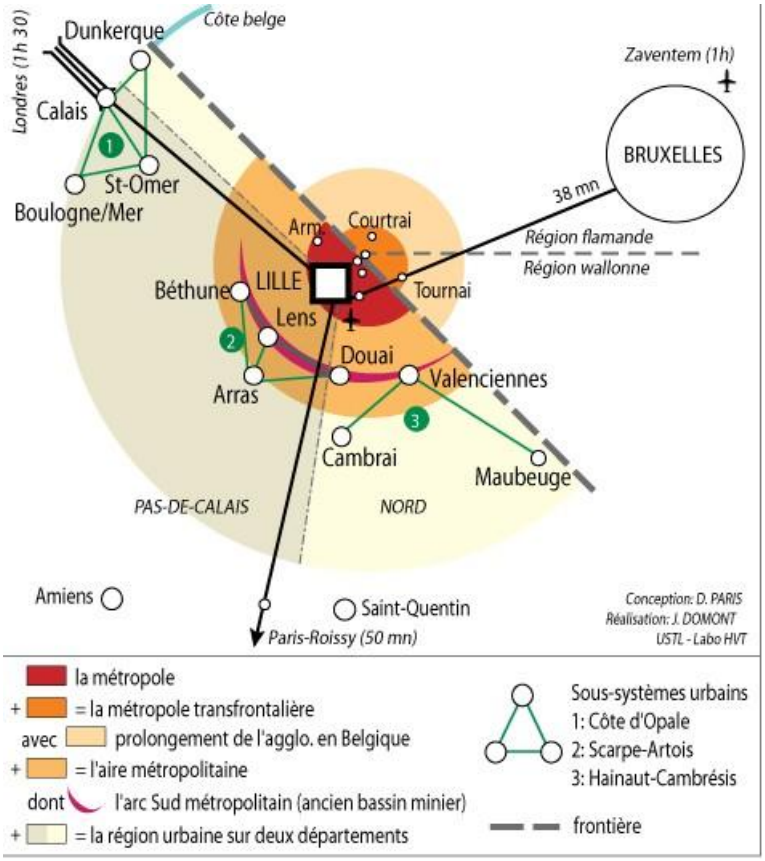


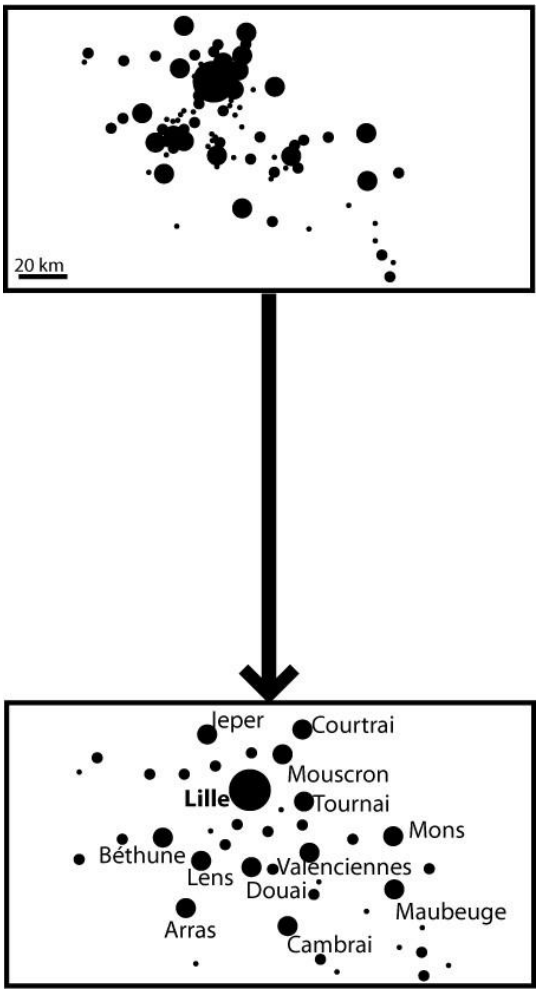
Figure III- 9 : : Lille, de la métropole à la région urbaine (Paris 2002)

La construction de ce territoire métropolitain et l'intégration successive des espaces dessinent un espace assez hétérogène dominé par Lille.

On distinguera dans cet ensemble régional une organisation clairement de type centre - périphérie dans un « *emboîtement d'échelle* » que décrit bien Didier Paris (Paris 2002). En effet, l'agglomération lilloise, transfrontalière, représente un espace central correspondant grossièrement à la limite de LMCU (Lille Métropole Communauté Urbaine). Une deuxième entité se détache, par son passé commun, ses caractéristiques socio-économiques et aussi d'un point de vue fonctionnel. Il s'agit de l'ancien bassin minier, désigné par le terme d' « *Arc Sud* » au sein de l' « *Aire métropolitaine* ». Il se compose d'une agglomération physique

Douai-Lens-Hénin-Beaumont qui constitue un réseau de villes dans le département du Pas-de-Calais avec Béthune, Arras et Valenciennes dans le Nord.
Un autre sous-espace fonctionnel et administratif se situe sur le littoral de la mer du Nord, composé de la côte d'Opale autour de Boulogne-sur-mer, Calais et Dunkerque ; à laquelle il faut ajouter le littoral belge frontalier. Enfin, les périphéries peuvent être identifiées dans le Cambraisis (autour de la ville des Bêtises) et surtout dans la vallée de la Sambre-Avesnois, à l'extrême sud-est de la région urbaine, autour des polarités de Maubeuge, Jeumont ou encore Aulnoye-Aymeries.

D'un point de vue morphologique, la configuration du semis urbain lui confère un caractère quasi christallérien. La figure III-10 montre l'aire urbaine, sans les villes de la Côte d'Opale.



Alexis Conesa 2009

Figure III- 10 : Schéma simplifié du semis urbain de l'Aire urbaine Lilloise

L'étude du semis urbain [9] tel que présenté dans la figure III-10 de l'aire métropolitaine fait émerger une structure monocentrique au centre de laquelle Lille siège.

[9] Ces schémas ont été réalisés en partant de recensements de l'INSEE. Cependant, les armatures des villes proprement dites sont difficiles à lire et peu adéquates à une représentation simplifiée de la morphologie urbaine, en particulier selon les configurations des nœuds dans l'espace (la métropole lilloise présente une concentration

D'autre part, si les villes du bassin minier semblent constituer un ensemble morphologique cohérent, Valenciennes paraît plus isolée vers la frontière belge. L'ensemble des villes du sud de l'aire métropolitaine constitue la périphérie lointaine.

Le recours à une modélisation très simple et rudimentaire de la morphologie des trames urbaines dans l'aire métropolitaine ne nécessite que deux variables : la taille des villes et les distances. Néanmoins, les configurations et les positions relatives des pôles urbains les uns par rapport aux autres fait émerger des structures qui peuvent donner des indications sur les organisations des transports correspondantes.
En effet, la configuration spatiale suggère une organisation radiale des relations avec une étoile centrée sur Lille et des raccordements plus difficiles pour des espaces périphériques comme Maubeuge, Cambrai et à un degré moindre Valenciennes.
En extrapolant sur une organisation de type centre-périphérie, on pourrait imaginer une première auréole de Béthune à Valenciennes en passant par Douai et Lens et une seconde d'Arras à Maubeuge en passant par Cambrai.
Enfin, les villes belges sont spatialement bien intégrées à l'espace métropolitain.

L'examen des configurations spatiales et de la forme du semis urbain ne suffit pas à la compréhension de l'organisation de la région urbaine du Nord-Pas-de-Calais. La distribution des fonctions dans l'espace et les rapports qu'entretiennent les différents sous-espaces vont ordonner encore plus décisivement les relations et donc les transports.

La région Nord-Pas-de-Calais fait partie des vieilles régions industrielles françaises. Les entreprises de sidérurgie, métallurgie et autres ont longtemps porté l'activité économique de toute la région. Les activités extractives ont en plus contribué à dessiner le paysage (les fameux terrils de charbon et les usines désaffectées) et à organiser l'espace urbain par l'intermédiaire des corons, lotissements d'habitat collectif directement liés à l'unité de production, à savoir la mine.

Cette grande région urbaine (densité bien largement supérieure à la moyenne française) continue d'occuper une place de choix dans la production économique nationale puisqu'elle fournissait en 1975 encore 6,6% du PIB national (4e rang des régions françaises), contre 5,5% en 2000 (5e rang, voir Noin 2003).
Cette position ne doit pas masquer les réalités locales. En effet, aujourd'hui les mines de charbon sont toutes fermées et à l'instar de la Lorraine, la transition vers une économie tertiarisée ne se déroule pas sans heurts (ces mutations ont été analysées par des géographes, voir Paris 1993). L'abandon des activités minières a ainsi plongé l'ensemble de l'ancien

élevée de nodosités communales). Par souci de clarté (en particulier pour éviter les amas de points) les cartes ont donc été schématisées (modification des distances et des positions). La disparition de certains nœuds se justifie par leur absorption par ceux de niveaux supérieurs, la configuration territoriale n'étant point altérée. Notons que la détermination des nodosités est essentiellement morphologique, et donc que la position spatiale des nœuds prime sur des définitions fonctionnelles telles que les aires urbaines de l'INSEE.

bassin minier dans une crise économique violente, faisant de ces anciens fleurons industriels des zones sinistrées.

Si les activités économiques se sont aujourd'hui diversifiées, notamment par la vitalité des PME (Paris 1989) l'ancien bassin minier souffre d'un déficit socio-économique par rapport à la métropole lilloise, tant sur le plan des revenus que des niveaux d'éducation par exemple. La stagnation démographique voire la perte de population ainsi que la crise du marché immobilier sont des facteurs qui rajoutent à la crainte de « *fragmentation du territoire métropolitain* » (SRADT NPdC 2002).
En effet, la métropole lilloise ayant investi les stratégies métropolitaines et obtenu un développement afférent, les disparités se creusent au sein de cet ensemble.
La situation du littoral est un peu différente.
En effet, si les revenus restent en général faibles et l'emploi peu spécialisé, le rôle d'interface maritime et le potentiel touristique (Calais) ainsi qu'une spécialisation industrielle efficace (Dunkerque) laissent entrevoir des possibilités de développement. Seul le boulonnais paraît en retrait. L'Audomarois (région de Saint-Omer) peut être relié à ce sous-espace et connaît des indicateurs de développement satisfaisants (SRADT NPdC 2002).
D'autre part, Arras, bien que d'un poids démographique peu significatif à l'échelle régionale, est un pôle régional important de par ses fonctions administratives (c'est la préfecture du Pas-de-Calais), sa spécialisation dans les emplois publics et ses activités marchandes (SRADT NPdC 2002).

Le rapport de force socio-économique de la région est donc largement à l'avantage de la métropole lilloise et au désavantage de l'ancien bassin minier. L'Arraisis et l'espace littoral sont dans des situations intermédiaires.

Au-delà de ces clivages généraux, la répartition détaillée des fonctions sur le territoire permet de donner des indications sur les déplacements et flux potentiels.

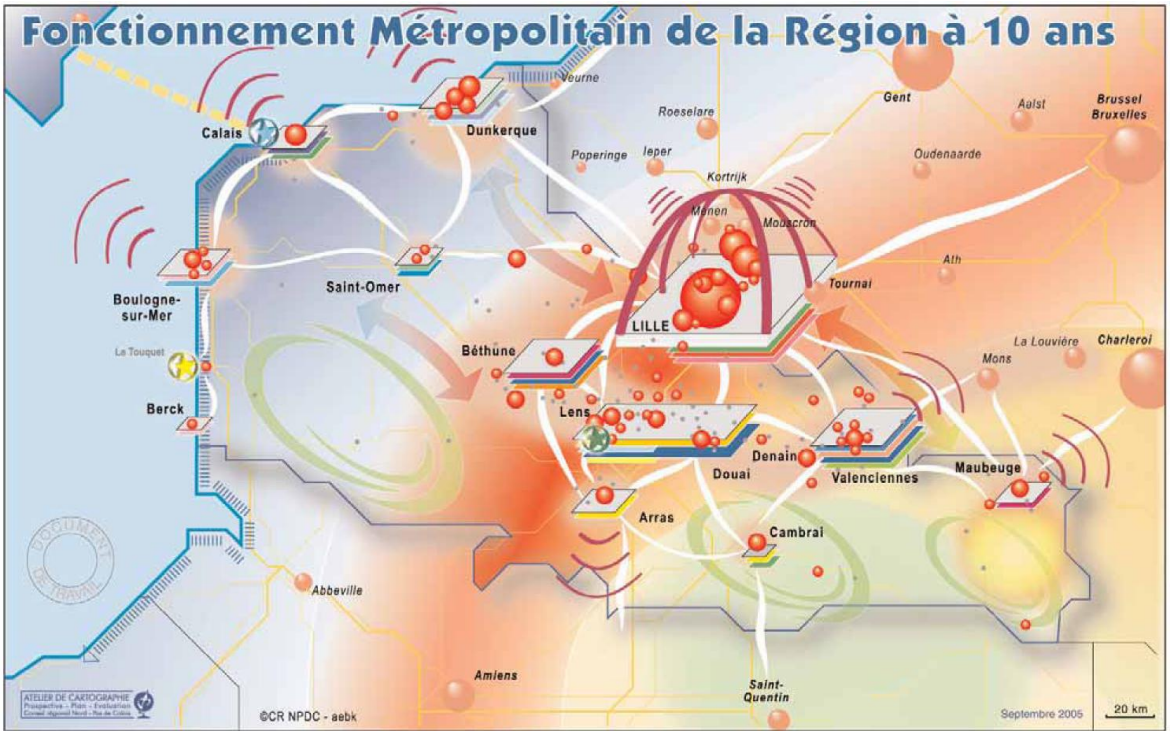


Figure III- 11 : Le fonctionnement de la région métropolitaine Nord-Pas-de-Calais (SRADT 2005)

La figure III-11 montre de manière synthétique le fonctionnement métropolitain de la région urbaine.

Lille est incontestablement le centre qui organise en grande partie l'espace métropolitain. Son rayonnement est dû en grande partie à l'industrie textile et ses mutations mais aussi à des activités de haute technologie dans les domaines de la santé, médecine et biochimie. Lille est aussi une ville marchande, avec le succès de la vente par correspondance (La Redoute) et de la grande distribution (Auchan, Décathlon…), auxquels s'associent les services marchands aux entreprises (Paris 2002).

L'ancien bassin minier constitue le sous-espace le plus riche en fonctions, notamment autour de l'agglomération Lens-Douai (21e aire urbaine française avec 326 000 habitants, INSEE 2000). Les activités sont en particulier liées à l'automobile et à la logistique (plateforme de Dourges), ainsi qu'un pôle sportif important à Liévin.

Des pôles d'emplois similaires sont présents à Béthune, 32e aire urbaine avec 267 000 habitants (Plasturgie, BTP) et Valenciennes, 17e aire urbaine avec 368 000 habitants (image et multimédia et surtout transport autour des firmes Bombardier et Alsthom).

Arras, hormis ses polarisations administratives et tertiaires, a développé une activité dans l'industrie agroalimentaire, suivie à un niveau moindre par Cambrai. Enfin, Maubeuge attire difficilement les populations de la vallée de la Sambre avec l'industrie mécanique. L'analyse du tissu économique fait ressortir un déficit de développement à l'Est de la région (voir à ce sujet Paris 1989).

Le sous-espace du Nord de la région urbaine s'organise à partir du littoral avec des pôles régionaux performants :

- Dunkerque (33e aire urbaine avec 263 000 habitants) a construit son activité à partir d'un complexe industrialo-portuaire puis s'est diversifiée dans les fonctions logistiques et l'énergie ;
- Calais bénéficie du tunnel sous la Manche pour construire un développement économique autour des transports et du textile ;
- Boulogne-sur-mer s'est spécialisée dans les activités liées à la pêche.
- L'ensemble du littoral a un intérêt touristique majeur ;

Saint-Omer est positionnée comme un relais entre le littoral et la métropole lilloise et développe avec succès une activité liée à l'eau.

Le fonctionnement du territoire métropolisé se caractérise donc par la nécessité des relations vers la métropole lilloise. Au-delà, le fonctionnement de l'ancien bassin minier ne doit pas omettre Cambrai et Maubeuge et doit s'appuyer sur la polarité secondaire d'Arras. Le sous-espace littoral doit aussi fonctionner de manière interne tout en permettant une relation vers Lille passant par Saint-Omer.

Si l'on commence à bien entrevoir les modalités du fonctionnement métropolitain de la région, il faut pour bien se saisir des enjeux s'intéresser aux organisations institutionnelles et politiques.

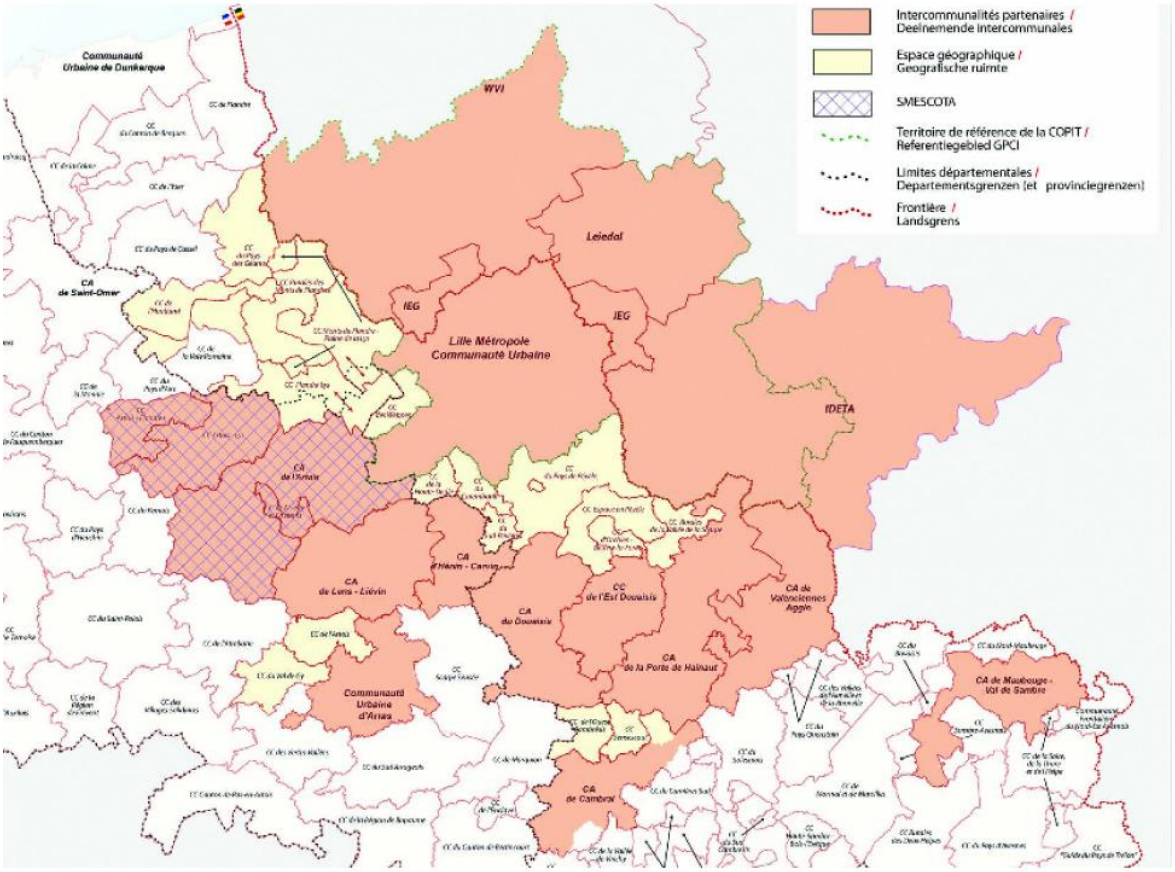


Figure III- 12 : Les institutions territoriales dans l'espace métropolitain lillois (Richer 2007)

Dans ce domaine, la multiplication des découpages administratifs et des échelles de gestion dresse un tableau alambiqué des autorités territoriales. Cyprien Richer remarque que :
« *L'espace métropolitain lillois* [est] *un exemple de « complexe local de pouvoir » en construction. Dans l'espace métropolitain lillois coexistent deux États (la France et la Belgique), une région et deux départements français, deux provinces et quatre « intercommunales » belges, un syndicat mixte, une conférence permanente transfrontalière, la « mission bassin minier », des communautés de communes rurales et périurbaines, des communautés d'agglomération, une communauté urbaine, le tout avec des enclaves, des discontinuités souvent en décalage avec l'organisation urbaine.* » (Richer 2007 page 40).

En particulier, il est instructif de remarquer que si les principales polarités fonctionnelles dénombrées jusqu'ici se concrétisent par des structures intercommunales, leur nombre est largement supérieur à ce que l'organisation urbaine laissait présager. Cette fragmentation pose problème dans l'ancien bassin minier, où l'espace fonctionnel est ici découpé en plusieurs entités qui peinent à faire émerger un territoire commun.
A cette échelle, les stratégies métropolitaines se conjuguent néanmoins souvent avec des moyens opératoires moins formels que l'on qualifie souvent de gouvernance (cf. chapitre II). L'aménagement à cette échelle est en effet souvent construit par des projets métropolitains, qui mobilisent acteurs publics et privés et qui manifestent les interrelations entre les différentes institutions et les différents échelons. La métropolisation est ainsi plus souvent affaire de projets et de partenariats que l'émanation directe d'une institution forte (Vanier 2002).

Revenons à notre exemple : la métropolisation lilloise s'est largement appuyée sur ce type de projets coopératifs pour se constituer. L'importance de la Communauté Urbaine dans la structuration métropolitaine a en effet été mise en valeur (Paris 2002) car depuis sa création en 1968, elle a largement influé sur la politique locale. La création de la ville nouvelle de Villeneuve d'Ascq et la mise en place de la taxe professionnelle unique en sont des arguments probants.
Plus récemment, le rôle des projets de partenariats et des structures non institutionnelles ont permis de mener à bien certaines politiques d'aménagement. Didier Paris cite l'exemple du « Comité Grand Lille », structure souple issue du monde patronal (Paris 2002). À une échelle supérieure, on peut évoquer les réponses territoriales à l'appel à coopération métropolitain de la DIACT, comme la « Mission Bassin Minier », regroupant experts, scientifiques et élus dans une optique de coopération. Si ces scènes d'échange n'ont pas toujours de traduction opérationnelle immédiatement visible, elles représentent un réel effort de définition d'une stratégie commune.

La césure la plus forte au sein de l'aire métropolitaine de Lille reste à l'heure actuelle entre la métropole lilloise et l'arc sud. Les différences économiques et sociales historiques ont du mal à se résorber et la domination de Lille sur sa région a longtemps été mal vécue par les

populations du Nord-Pas-de-Calais. Les différences de développement ont pu mener à des antagonismes, portées entre autre par la rivalité sportive entre le Lille Olympique Sporting Club et le Racing Club de Lens.
Toutefois, si la coopération métropolitaine a pu être tendue par le passé, la coopération économique entre différents acteurs privés a mené la construction métropolitaine. Aujourd'hui, les institutions respectives travaillent de manière harmonieuse (Paris 2002). Notons cependant que l'ancien bassin minier est aussi polarisé par Arras et que le risque d'une « *métropole en miettes* » est toujours abordé (SRADT NPdC 2002 page 18).

L'ensemble des éléments descriptifs détaillés dans cette partie nous apporte des éléments quant à l'organisation métropolitaine du Nord-Pas-de-Calais et pose les enjeux et les risques de l'organisation des systèmes de transport.

Pour résumer, la région métropolitaine lilloise se caractérise par :
-Une **domination démographique, économique et stratégique de la métropole lilloise** au sens fonctionnel (d'Armentières à Baisieux et au sud jusqu'à Séclin et Lesquin) qui correspond plus ou moins à la Communauté Urbaine de Lille (LMCU).
-Un **sous-espace en crise** économique et intégré plus récemment à la dynamique métropolitaine.
-Une **entité intermédiaire et cohérente** sur le littoral de la Mer du Nord à laquelle on associe Saint-Omer.
-Des **périphéries** tantôt polarisantes (Arras) tantôt délaissées (Maubeuge).
-Une **dynamique de gouvernance** institutionnelle et interinstitutionnelle qui associe l'ensemble des territoires, y compris sur le versant belge.

III.2.3 Le TER-GV, un modèle d'aménagement métropolitain ?

Les éléments précédents nous amènent à penser les transports dans la région urbaine Lille-Nord-Pas-de-Calais. La métropolisation, on l'a vu, fait émerger des entités territoriales multipolaires et les réseaux qui la desservent sont multi-échelles.

Pour effectuer un bilan rapide de l'état des transports en Nord-Pas-de-Calais, il faut donc veiller à concevoir les déplacements à différentes échelles.

Concernant la métropole lilloise, les transports collectifs sont structurés autour du VAL (Véhicule Automatique Léger). Ce métro automatique fût le premier métro moderne français exception faite de la région parisienne et il concrétise les efforts de la LMCU pour gérer les déplacements à l'échelle métropolitaine. En effet, bien davantage que les lignes de bus « Citadines » dans Lille et même que la ligne de tramway, pourtant très fréquentée, c'est le VAL, de par sa fréquence au-dessus de la concurrence (1 rame par minute en heures pleines) qui capte la majorité des déplacements à cette échelle. C'est la société Transpole qui gère les

transports collectifs de la métropole. Les deux lignes s'étendent jusqu'à Villeneuve d'Ascq d'un côté, Tourcoing d'un autre et Lomme ou Saint-André de Lille vers l'Ouest. Les connexions avec le chemin de fer sont possibles en quatre endroits : Roubaix, Tourcoing, Lille-Europe et Lille-Flandres qui est le pôle d'échange le plus grand et le plus diversifié de la région avec au moins quatre modes présents (train, tramway, bus et VAL, voir à ce sujet (Barré et Menerault 2001).
Lille est caractérisée par ses deux gares centrales accueillant des trains à grande vitesse qui permettent à la fois de capter une très grande partie des flux régionaux et de proposer un service cohérent vers Paris mais aussi vers Bruxelles et dans une moindre mesure Londres par l'intermédiaire de l'Eurostar, train à grande vitesse parcourant le tunnel sous la Manche. À l'inverse, l'aéroport de Lille-Lesquin propose une offre modeste eu égard à la taille de l'agglomération qui est bien souvent concurrencé par l'aéroport Charles-de-Gaulle, bénéficiant d'une connexion directe en TGV avec Lille-Flandres ou Lille-Europe en moins d'une heure.

A l'échelle de l'aire métropolitaine, c'est le chemin de fer qui assure la connexion à l'arc sud. Notons aussi que le département du Pas-de-Calais gère un réseau de cars qui relie Arras aux polarités de cet espace.

A l'intérieur de cet espace, ce sont les syndicats mixtes de transports qui organisent les déplacements à l'intérieur de chaque structure intercommunale. Ainsi les bus dessinent des réseaux segmentés en au moins trois ou quatre parties. Le SITURV (Syndicat Intercommunal pour les Transports Urbains de la Région de Valenciennes), bénéficiant d'une vitalité politique des élus autour de Jean-Louis Borloo, a aussi réussi à faire construire une ligne de tramway desservant les principales centralités de la ville de Valenciennes.

Enfin, à l'échelle de la région urbaine, c'est la région Nord-Pas-de-Calais qui est l'AOT (Autorité Organisatrice de Transport) en matière de fer. Les pouvoirs de la région sur les TER ont mené à une stratégie d'une réelle ampleur métropolitaine. Les concertations entre les différentes AOT ont permis de mener à bien plusieurs aménagements, si bien que le Conseil Régional, encouragé par la loi SRU (Solidarité Renouvellement Urbain), a créé le SMIRT (Syndicat Mixte Intermodal Régional de Transports). Cette structure prône une coordination des services et l'essentiel de son travail est occupé par les objectifs de tarification commune (SRT NPdC 2006).
La région Nord-Pas-de-Calais a donc une relation privilégiée avec les transports et son émanation directe, le TER, est un succès croissant. En effet, la fréquentation du TER a augmenté de 7,6 % en 2006 et 4,6% en 2007. Sur la période 2003 - 2008, la croissance cumulée est de 27 %, et 29% sur 2002 - 2007[10]. On recensait, en 2008, 120 000 utilisateurs hebdomadaires (au moins un aller-retour par semaine), 50 000 abonnés quotidiens dont 22 000 abonnements étudiants. Tous ces chiffres font du Nord-Pas-de-Calais une grande

[10] La *Voix du Nord* du 30 Janvier 2008

région ferroviaire française, avec 1127 km de voies c'est même le réseau le plus dense hors Ile-de-France.
Le chemin de fer est ainsi concurrentiel pour la voiture individuelle et joue un rôle dans la structuration de la région urbaine, puisque pour les déplacements de plus de 50 km, 36 % sont effectués en train.

Ce succès est d'autant plus probant qu'il intègre le TER-GV. Cette innovation consiste en une appropriation de la grande vitesse à des fins régionales. Les services régionaux ainsi construits offrent la vitesse du TGV avec la fréquence du TER. Dans la région Nord-Pas-de-Calais, ce type de service a été mis en place entre Lille et la Côte d'Opale (Calais et Dunkerque). La région offre ainsi des relations vers le littoral beaucoup plus rapides que celles qui empruntent la ligne classique. Le tour de force du TER-GV est de proposer un service à grande vitesse dans un but exclusivement régional puisque l'origine et la destination du déplacement sont situées dans la région.
Ce n'est pas le cas pour le TGV arrivant de Paris mais il faut noter que celui-ci propose des arrêts à Douai et Arras. Un raccordement de la ligne classique à la ligne à grande vitesse a donc permis un gain de vitesse remarquable pour certaines relations. À titre d'exemple, les déplacements Arras - Lille ont augmenté de 15 % en fréquentation[11].
Ce type d'aménagement métropolitain nécessite une réutilisation ou une dégradation (perte de temps entre Paris et Lille) d'un service mis en place par la SNCF. Il n'a bien sûr pas été possible sans un dynamisme et une vitalité très forte de la part du Conseil régional autour de Daniel Percheron, son président.

Que ce soit sur le plan fonctionnel ou politique, le TER-GV est un aménagement ayant un fort potentiel de structuration métropolitaine. À l'heure où l'ensemble des régions françaises ambitionne un RER de type parisien, la région Nord-Pas-de-Calais perfectionne ce concept en y intégrant la grande vitesse.

Il convient toutefois d'ajouter que le TER-GV et les raccordements à la grande vitesse ne concernent qu'un nombre réduit de polarités urbaines régionales et de ce fait augmentent les disparités. Le modèle idéal de la région métropolitaine structurée par les transports collectifs n'est donc pas encore atteint (SRT NPdC 2006).

Conclusion
La région Nord-Pas-de-Calais présente un intérêt dans l'étude des interrelations entre transport et territoire. En effet, les transports dans cette région représentent à la fois des enjeux importants et une configuration intéressante. La région métropolitaine a su s'approprier les problématiques de transport et proposer une réelle offre de transport collectif de niveau régional. Plusieurs points sont à souligner :

[11] La *Voix du Nord* du 11 Décembre 2007

- Des enjeux très importants dans **les relations avec l'environnement proche** (Paris, Londres et dans une moindre mesure Bruxelles) ;
- Un **mode de transport collectif lourd** à l'échelle de l'agglomération métropolitaine (le VAL) ;
- Une **organisation radiale** autour de Lille et plusieurs **territoires en demande de structuration** (Arc Sud, Sambre-Avesnois) ;
- Une **structuration des territorialités régionales** autour des projets d'appropriation de la grande vitesse.

Ces particularités donnent un visage aux questionnements des premiers chapitres. Ainsi, la problématique de la structuration du territoire régional par les réseaux se pose ici en des termes spécifiques. Étant données les hiérarchies en place, on peut se demander : **Est-il possible de favoriser la construction de centralités en dehors de Lille ? Le territoire peut-il fonctionner étant données les disparités spatiales ?**

Ces questions relatives au fonctionnement du territoire ne se posent ainsi pas de la même manière dans toutes les régions métropolitaines. Le second cas d'application nous renvoie à ce sujet à d'autres contraintes, d'autres opportunités et d'autres enjeux.

III.3 PACA : une région en demande de transport

Le vocable Provence-Alpes-Côte d'Azur traduit un espace disparate et hétéroclite. Ainsi deux entités métropolitaines cohabitent au sein de cette région administrative. Cette situation, combinée à d'autres facteurs, conduit à des carences dans les relations intrarégionales et à une demande forte de transport.

L'enclavement de l'extrême Sud-Est de la France est à l'échelle nationale un problème non résolu qui pose question dans la région PACA. Au sein de cette dernière, la division entre les deux territoires métropolitains de Marseille-Aix-en-Provence et de la Côte d'Azur et les fortes disparités entre le littoral et l'arrière-pays composent des enjeux de transports décisifs.

Enfin, et au contraire de la région Nord-Pas-de-Calais, la région PACA se distingue par un manque d'engagement politique fort en matière de transports, qui se traduit entre autre par le manque d'infrastructure à grande vitesse.

III.3.1 Un désenclavement imparfait

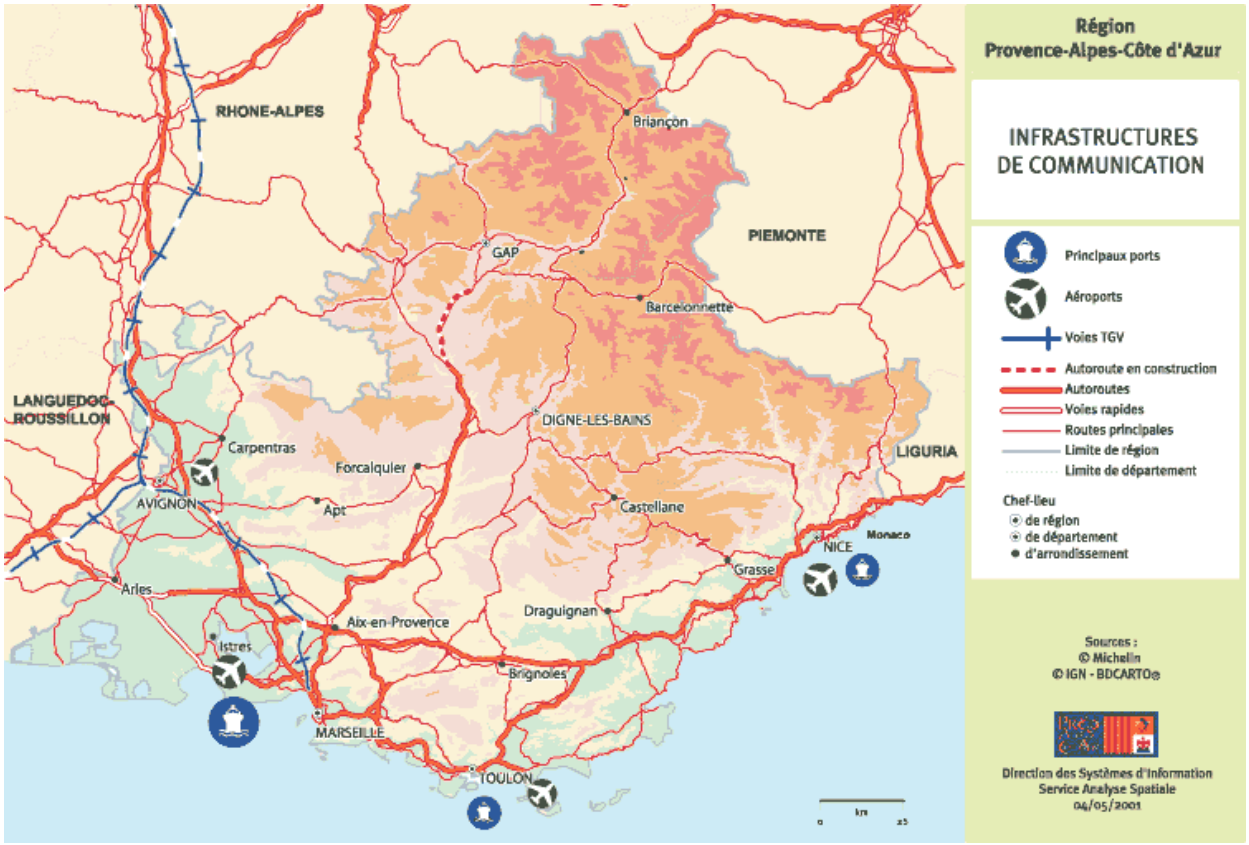


Figure III- 13 : Situation de la région PACA et voies de communication (Conseil Général PACA 2001)

La région PACA est souvent considérée comme un patchwork regroupant l'ancienne Provence, les Préalpes du Sud, le littoral varois et ce que le préfet Stephen Liégeard a nommé la Côte d'Azur.
Cet ensemble vaste est la troisième région française en population mais, contrairement à la région Nord-Pas-de-Calais, une grande partie de l'espace régional est rural, la population étant fortement concentrée sur le littoral. Malgré un retard industriel, cette région dont l'économie est fondée sur les activités tertiaires, et plus précisément le tourisme, a rattrapé puis dépassé le Nord-Pas-de-Calais dans ses performances (6,9 % du PIB national pour une troisième place, Noin 2003).

Au sein de cette région deux espaces métropolitains cohabitent et la cohérence au sein d'une unique région métropolitaine pose question.
A l'Ouest, la métropole provençale est considérée comme bicéphale avec les deux centres de Marseille et Aix-en-Provence (Picon et Verre 2005). Cette aire urbaine est classée troisième par l'INSEE en population (1,5 millions d'habitants en 1999, juste devant Lille et ses 1,1 millions), au PIB (157 Milliards de francs) et quatrième en nombre d'emplois stratégiques (46 500 emplois) (INSEE 1999, Davezies 1996).
Le pôle d'innovation technologique de Château-Gombert, les fonctions de commandement ou administratives, l'organisation de nombreux congrès internationaux et le patrimoine architectural du Vieux Port notamment, permettent de qualifier cet ensemble comme métropolitain.

A l'Est, la métropole azuréenne prend la forme d'une conurbation littorale sans discontinuités de Théoule-sur-Mer à la frontière italienne. Malgré cette continuité physique, l'INSEE décompose cet ensemble métropolitain en plusieurs aires urbaines :
- l'agglomération niçoise, 9e aire urbaine en population avec 557 000 habitants (INSEE 1999), 8e économiquement avec 63 milliard de francs de PIB (Davezies 1996) et 7e pour le nombre d'emplois stratégiques (INSEE 1999) ;
- l'ensemble Grasse-Cannes-Antibes, 18e française en population (365 000 habitants) et 14e économiquement (42 milliards de francs) (Davezies 1996, INSEE 1999) ;
- l'agglomération Menton-Monaco, qui peut être considérée comme transfrontalière, d'autant plus que les villes frontalières italiennes comme Vintimille ou Imperia sont souvent associées à la dynamique territoriale.
Comme les chiffres précédents peuvent le laisser deviner, si cet espace métropolitain n'a pas le poids démographique de Lille ou Aix-Marseille, son caractère métropolitain ne fait aucun doute, notamment considérant les nombreux congrès internationaux accueillis, la technopole de Sophia Antipolis (la première en France) ou encore le spectaculaire patrimoine architectural, notamment autour des hôtels de luxe du bord de mer. Ce second espace métropolitain, bien que contrepoids plausible dans l'équilibre spatial de la région, se caractérise à une échelle supérieure par son isolement.

Comme signalé auparavant, la région PACA apparaît comme un ensemble composite de plusieurs éléments. On peut faire l'hypothèse que les raisons en sont en partie historiques, les différents éléments s'étant combinés tardivement et de manière moins harmonieuse que dans d'autres régions historiques (voir par exemple Boyer 2002).
En effet, Nice est la grande ville la plus tardivement annexée à la France (1860), auparavant propriété des comtes piémontais et savoyards. Plus tardivement encore, Tende et La Brigue, dans l'arrière-pays mentonnais, sont les deux communes françaises les plus récentes.

Ce rattachement récent entraîne un particularisme géographique. En effet, le « Comté de Nice » s'est difficilement intégré dans le territoire français. Dans un pays de longue tradition centralisatrice, l'adjonction d'une périphérie de langue et de culture différente a longtemps entraîné des résistances des deux côtés (se référer par exemple aux fascicules à caractère historiques publiés par les éditions Giletta).
Plus encore, c'est l'isolement géographique qui a gêné les relations entre Nice et le reste de la France. La distance euclidienne est d'une part une forte contrainte puisque avec 690 km, Nice est la métropole française la plus éloignée de Paris. D'autre part, le relief joue ici un rôle prépondérant : le massif alpin constitue un obstacle considérable vers le Nord, notamment vers Lyon et Grenoble.

Ainsi, coincée entre la Méditerranée au Sud, les Alpes au Nord et la frontière italienne à l'Est, la métropole niçoise ne doit son raccordement terrestre au territoire français qu'à une fine bande littorale, elle-même obstruée par le massif de l'Esterel entre Cannes et le département du Var. Cet isolement est une contrainte majeure du territoire régional de PACA et le désenclavement de la métropole niçoise est un enjeu très fort pour les transports terrestres.
Ce problème se pose avec d'autant plus d'acuité que les relations Est-Ouest sur le littoral méditerranéen français sont au centre d'aspirations européennes.

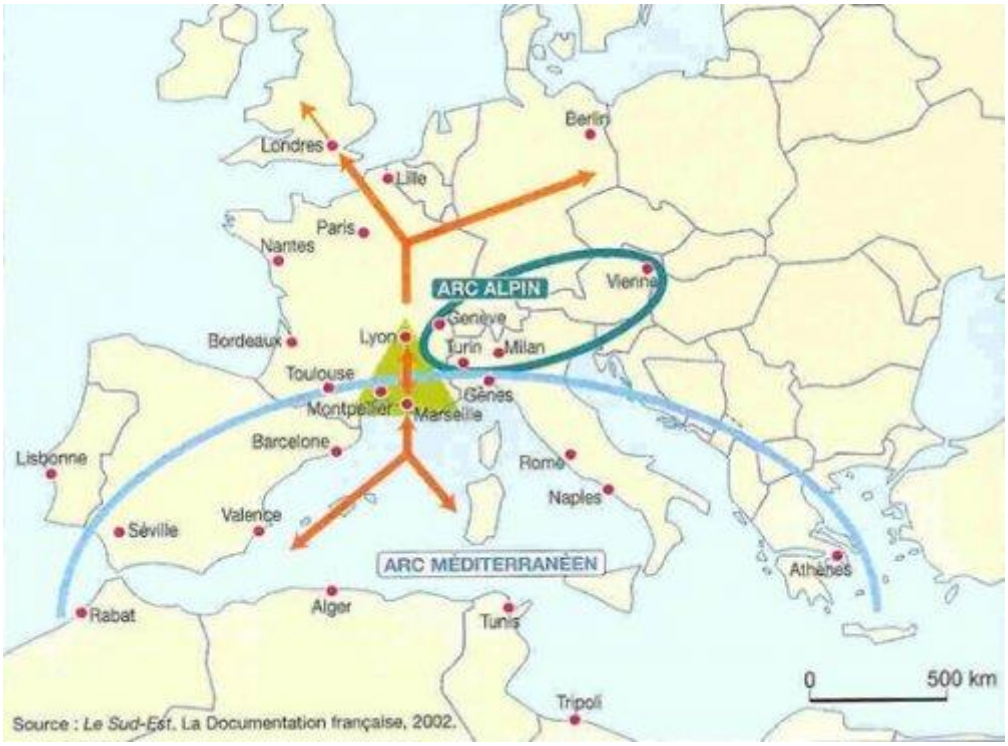


Figure III- 14 : La Sud-Est français dans son environnement : la prégnance de l'arc méditerranén (DATAR 2002)

En effet, la constitution d'un Arc Méditerranéen Latin est depuis longtemps une ambition européenne. Le climat méditerranéen et la végétation afférente définissent effectivement une zone de proximités culturelles, linguistiques et gastronomiques qui correspond aux rivages nord de la mer en question. L'existence d'un arc donnant corps à ces proximités, « *construction intentionnelle* » (Dematteis 2002) plutôt que réalité politique, a pour la première fois été évoqué à la CRPM (Conférence des Régions Périphériques Maritimes) en 1973 et inscrit comme projet européen en 1999 à la conférence pour l'ESDP (*European Spatial Development Perspective*) à Postdam. Comme le montrent Francesc Carbonell et Josep Bagueña, c'est donc à la fois une stratégie de développement des institutions européennes (processus *top-down*), fondée sur l'idée de réduire les inégalités avec la Banane Bleue, et un ensemble de relations entre des régions limitrophes (processus *bottom-up* (Carbonell et Baguena 2007). Or, les mêmes auteurs remarques que « *Por parte de los actores territoriales del Arco Mediterráneo, el desarrollo de las nuevas oportunidades que ofrece la interacción entre estos dos procesos todavía es totalmente embrionario o simplemente se desconoce.* » (En ce qui concerne les acteurs territoriaux de l'Arc Méditerranéen, le développement de nouvelles opportunités qu'offrent l'interaction entre ces deux processus est totalement embryonnaire ou juste inconnu. Traduction personnelle de Carbonell et Baguena 2007).

Si cette mauvaise coordination générale est d'ordre politique et institutionnel, le rôle des relations physiques et donc des transports est déterminant. Encore une fois c'est une condition sinéquanone de la construction de ce territoire pour l'instant virtuel.

Jean-Claude Tourret remarque que la stratégie de l'Arc Méditérranéen « *implique l'implémentation d'un système de transport collectif compétitif dans cette zone, qui peut offrir une garantie efficace à long terme pour la circulation des personnes et des biens* » (Tourret 2007).
La construction de cette stratégie passe donc par des relations efficaces pour la région PACA vers l'Italie du Nord et Milan d'un côté, puis le Languedoc-Roussillon et l'Espagne (Barcelone en particulier) de l'autre.
Il est cependant erroné de restreindre les enjeux de transports externes de la région PACA à un axe Est - Ouest. En effet, la partie Ouest de la région est connectée à un axe Nord - Sud stratégique au niveau européen qui est la vallée du Rhône (Budillon 2005). L'importance pour la France et pour l'Europe de la liaison Marseille - Lyon en est une composante essentielle.

La situation géographique de la région PACA se caractérise donc par deux éléments engendrant de grands enjeux sur l'organisation des transports : l'isolement de sa partie Est et les perspectives de relations avec les régions limitrophes.

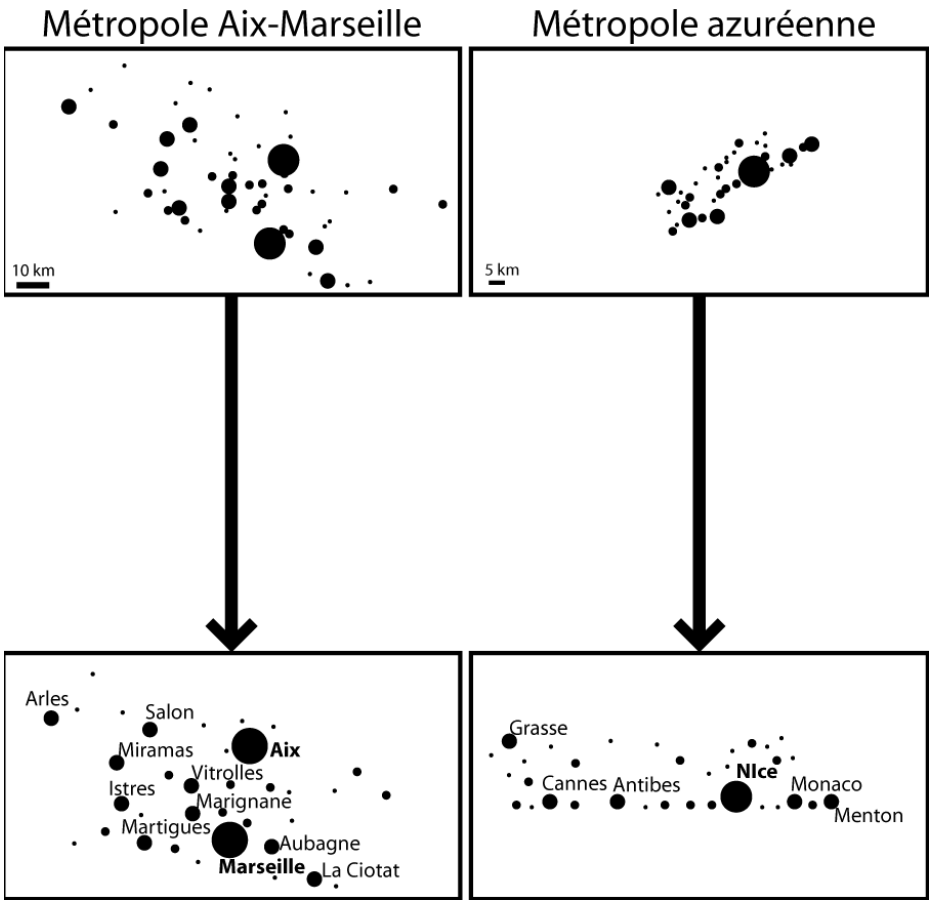
III.3.2 Une région métropolitaine mais deux entités distinctes

Si le Nord-Pas-de-Calais correspond plutôt bien à un large espace polarisé par Lille dans une dynamique centre - périphérie, PACA est comme nous l'avons vu un ensemble hétérogène composé de plusieurs éléments de taille et de forme différentes. Si l'on y ajoute les dimensions (PACA est 2,5 fois plus vaste que le Nord-Pas-de-Calais) et les fortes contraintes naturelles, on comprendra que l'application d'un modèle général est plus délicate qu'en Nord-Pas-de-Calais.

La région PACA est donc plutôt une combinaison de différents modèles correspondant à différents espaces.
Les fortes contraintes vont faire émerger des structures de type anisotropiques (Dauphiné 1979). Ainsi, deux axes forts dessinent la construction du territoire régional : le littoral maralpin et la vallée du Rhône.
Si le premier délimite la métropole azuréenne, le second joint la métropole provençale dans sa partie littorale, correspondant plus ou moins au département des Bouches-du-Rhône, et les espaces urbains jusqu'à l'agglomération avignonnaise (37e aire urbaine française avec 212 000 habitants, INSEE 1999). Réciproquement, les espaces montagneux définissent de larges espaces à dominante rurale. Dans l'arrière-pays, Gap, Sisteron et Digne dominent ces zones. Sur le littoral, l'Esterel borde l'agglomération Fréjus-Saint-Raphaël. Enfin, le site géostratégique, en particulier à des fins militaires, de la rade de Toulon accueille la 12e aire urbaine française et ses 478 000 habitants (INSEE 1999).

Ainsi, si le Nord-Pas-de-Calais se caractérise par un relief neutre et un schéma d'organisation exemplaire, au contraire PACA est fortement contraint par les caractéristiques physiques et il en résulte une grande hétérogénéité.

A l'instar du travail effectué sur l'aire métropolitaine de Lille, nous avons voulu caractériser la morphologie des hiérarchies urbaines des deux ensembles métropolitains de la région PACA. L'étude des semis de points donne ainsi corps à deux formes de métropolisation bien différentes (voir figure III-10 pour les modalités de construction des schémas). Notons bien que comme pour la figure III-10, l'ensemble de la région n'est pas représentée et qu'on s'intéresse uniquement aux aires métropolitaines.



Alexis Conesa 2009

Figure III- 15 : Schema simplifié des semis urbains pour les espaces métropolitains Marseille-Aix et Côte d'Azur

Comme le suggère la figure III-15, La métropole azuréenne s'apparente à un chapelet de villes le long de la côte. Mais on peut aussi identifier une organisation polarisée autour de Nice vers l'arrière-pays proche. Pour la métropole provençale, on peut évoquer une organisation bipolaire dans laquelle Marseille et Aix organisent un espace proche, entourés de satellites. De surcroît et avec un peu plus d'effort d'abstraction, deux structures se dessinent : l'axe littoral et les bords de l'Etang de Berre.

Ces organisations compliquées dressent un tableau beaucoup moins explicite qu'en Nord-Pas-de-Calais. Les implications sur les problématiques de transport sont donc plus complexes.
Pour la métropole azuréenne, la forte organisation anisotropique implique bien entendu un réseau en colonne vertébrale est - ouest avec des raccordements vers les polarités de l'arrière-pays. La configuration des pôles urbains peut amener à une division en trois sous-ensembles : Grasse-Cannes-Antibes, Nice et Monaco-Menton. Cependant le choix de représentation claire des communes masque dans ce cas la réalité physique, c'est-à-dire la continuité du bâti qui efface les frontières communales et relativise la division en trois sous-ensembles.
En ce qui concerne la métropole provençale, on peut identifier une relation entre Aix et Marseille. En second lieu, un axe potentiel de relation peut se dessiner à partir de Marseille et vers l'Est, vers La Ciotat puis Toulon. Un troisième niveau d'organisation va définir un gradient à partir du cœur Aix-Marseille et vers l'Ouest avec en première auréole la côte Est de l'Etang de Berre (Vitrolles et Marignane), puis une deuxième auréole la côte Ouest du même étang (Istres, Martigues, Salon-de-Provence) et enfin Arles qui paraît en position très périphérique.

Outre l'analyse simple des configurations des semis de points, l'étude de la localisation des fonctions territoriales permet de préciser les potentiels de fonctionnement territorial des régions métropolitaines.

Contrairement à la région Nord-Pas-de-Calais, le passé de la région PACA n'est pas marqué par l'exploitation industrielle. L'espace azuréen a longtemps fondé son économie sur la villégiature depuis le XVIIe siècle, puis le tourisme de masse depuis les années 1960. Depuis peu, la diversification vers une économie tertiarisée, avec en particulier les implantations de grandes firmes high-tech, ont donné une base plus solide à l'économie azuréenne.
Il faut de plus noter que Marseille a développé une activité industrialo-portuaire qui a violemment subi la crise de la désindustrialisation.
Pour résumer, la région PACA possède un avantage économique sur le Nord-Pas-de-Calais en raison de son profil plus complet. Ainsi, le niveau de vie est généralement beaucoup plus élevé. Notons que cela s'accompagne de données sociologiques : la population est en moyenne beaucoup plus âgée et les activités libérales et supérieures sont surreprésentées. Ces fortes différences ne doivent pas masquer le fait qu'en région PACA les disparités sont fortes (le degré de dispersion des revenus est le plus fort en France, INSEE 2000, SRADT PACA 2006) et que dans les zones les plus denses les précarités sont réelles (SRADT PACA 2006).

Ainsi, le chômage reste un problème prépondérant dans l'espace régional même si la situation n'est pas homogène. Les espaces les plus durement touchés sont situés en grande partie dans l'Ouest de la région : Avignon, Arles et l'ouest du bassin rhodanien avec Berre, Fos et Salon-de-Provence.

Il faut ajouter à cette zone les agglomérations varoises (Toulon, Draguignan, Fréjus et Brignoles) pour définir les espaces les plus précarisés.
La partie Est du bassin rhodanien (Marseille, Aubagne) est aussi touchée par le chômage mais en même temps elle reste le pôle économique principal de la région (DTA Bouches-du-Rhône 2005).
Le pôle secondaire est la Côte d'Azur, tandis que les espaces alpins sont caractérisés par une faible production et une faible densité économique, malgré l'axe de développement durancien (SRADT PACA 2006). Notons que dans la région PACA les problèmes environnementaux se posent avec beaucoup d'acuité étant données la richesse paysagère et naturelle et l'importance de cet environnement naturel sur l'attractivité et donc l'économie de la région. Ces enjeux environnementaux concernent aussi bien le littoral saturé (70% de la population sur 25 km de large) que l'arrière-pays alpin sensible (SRADT PAC 2006).

Ainsi, la grande dichotomie de la région PACA n'est pas comme pour le Nord-Pas-de-Calais une différenciation qualitative entre deux régions urbaines mais entre des espaces urbains et des espaces ruraux.

Le fonctionnement du territoire régional de PACA est ainsi davantage ordonné par les grandes différences de densités entre les sous-espaces que par la localisation des pôles.

En effet, l'arrière et le moyen-pays sont les espaces les plus attractifs de la région en interne et ceux présentant les plus grands enjeux environnementaux et un fort potentiel touristique.
De plus, la vallée de la Durance représente un axe de développement autour de l'hydro-électricité, des « *districts* » économiques « *senteur et saveur* » et surtout du pôle de haute technologie de Cadarache (notamment le projet ITER).

Cependant, les centralités métropolitaines sont très fortement concentrées sur les espaces côtiers.
Le littoral comprend ainsi le grand pôle industriel de Marseille et de l'étang de Berre, spécialisé dans les activités industrialo-portuaires et l'industrie de pointe. Marseille concentre aussi les fonctions administratives régionales.
La métropole azuréenne est caractérisée par le tourisme et les activités de service (Nice), mais aussi l'industrie de pointe (Texas Instrument à Villeneuve-Loubet, Thomson à Cagnes-sur-Mer), l'aérospatiale (Alcatel à Cannes) et l'accueil scientifique (Monaco).
Les fonctions stratégiques et navales fleurissent à Toulon alors que le littoral varois est plus naturel et dédié au tourisme. Notons tout de même la position de Draguignan, ancienne préfecture du Var et dont la polarisation sur son espace littoral reste prégnant (SRADT PACA 2006).
Enfin, l'espace rhodanien regroupe des pôles de communication et de pétrochimie (Avignon, Salon-de-Provence) et des espaces agricoles et naturels de haute valeur paysagère en Camargue notamment.(SRADT PACA 2006)

Ainsi, le fonctionnement du territoire régional de PACA passe par la mise en relation des centralités littorales de Marseille-Aix, Toulon et Nice-Côte d' Azur. L'intégration de l'espace rhodanien à cette dynamique littorale est aussi certainement un enjeu de structuration territoriale. Néanmoins les espaces de faibles densités, à savoir la montagne et à un degré moindre l'axe durancien et le littoral varois, ne peuvent être complètement mis à l'écart de cette dynamique.

Sans aborder l'état des transports proprement dits, ce rapide tour d'horizon des structures spatiales dans la région PACA présente des contraintes plus fortes qu'en Nord-Pas-de-Calais. Si les dimensions et le relief jouent un rôle important sur les relations potentielles, la disposition des polarités dessine un schéma moins clair. Les centralités sont plurales et les positions entre les périphéries éloignées (l'espace montagnard) et les espaces intermédiaires (le littoral varois) sont plus finement différenciées.

Dernière étape de cette description régionale, l'examen de l'organisation institutionnelle est aussi riche d'enseignements.

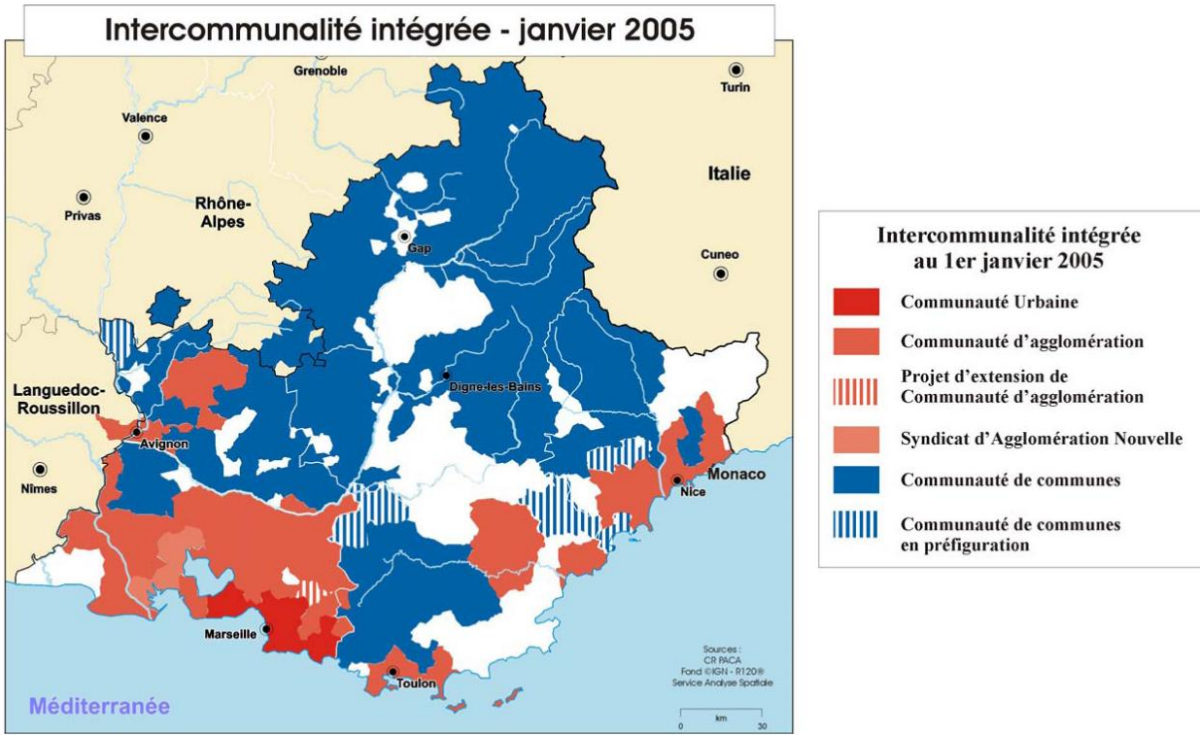


Figure III- 16 : Les intercommunalités en PACA (SRADT PACA 2006)

Outre le découpage administratif formel en six départements, la coopération intercommunale se développe progressivement dans PACA.
Les deux principales agglomérations métropolitaines sont gérées par deux communautés urbaines, la Communauté Urbaine Marseille-Provence-Métropole (MPM) et la Communauté Urbaine Nice-Côte d'Azur (CUNCA).

Les autres polarités urbaines correspondent assez bien à des communautés d'agglomérations alors que les communautés de communes couvrent les territoires ruraux alpins.

Deux traits structurants caractérisent l'intercommunalité en PACA.
Le premier est la faiblesse de ces dynamiques intercommunales. En effet, si le Nord-Pas-de-Calais est intégralement recouvert de ces structures de gouvernance, des vides importants subsistent ici. Gap et surtout Cannes ne faisaient en 2005 partie d'aucune intercommunalité. Cette situation est le résultat d'un retard important de la région en ce domaine. Ainsi, les dynamiques intercommunales sont récentes et la coopération encore fragile. L'histoire de la région en général, et en particulier concernant la Côte d'Azur la réussite touristique, ont en effet longtemps été marquées par des stratégies concurrentielles entre les polarités urbaines, la coopération étant une politique beaucoup plus récente.
Le second trait structurant est une conséquence directe de ce retard. La compartimentation institutionnelle est ainsi handicapante : par exemple la métropole azuréenne comprend la CARF (Communauté d'Agglomération Riviera Française) autour de Menton, la CASA (Communauté d'Agglomération de Sophia Antipolis) autour d'Antibes et la CAPAP (Communauté d'Agglomération Pôle d'Azur Provence) autour de Grasse. La métropole provençale connaît la même fragmentation puisqu'Aix, Aubagne, Martigues, Salon-de-Provence ont leurs propres intercommunalités, auxquelles il faut ajouter le Syndicat d'Agglomération Nouvelle Nord-Ouest de l'Etang de Berre (SANNOEB) incluant Istres.

Les structures de gouvernance locale ne sont donc pas en phase avec les espaces fonctionnels et elles sont encore trop jeunes pour réellement structurer le territoire. Il faut nuancer ce constat par la vitalité des projets de territoires. Ainsi, les pays et les agglomérations se regroupent « *non plus pour exercer des compétences communautaires, mais pour définir et mettre en œuvre des chartes de développement définies avec la participation des responsables du développement local rassemblés au sein d'un conseil de développement.* » (SRADT PACA 2006 Cahier 3 page 19). Cet aménagement de projet, souple et informel, est très efficace dans les Pays, qui représentent les zones rurales des Hautes-Alpes et des Alpes de Haute-Provence. Cependant, en ce qui concerne les projets métropolitains, les partenariats publics/privés ne construisent que rarement des stratégies fortes de métropolisation comme c'est le cas pour la métropole lilloise. À titre d'exemple, l'agAM (Agence d'urbanisme de l'Aire Marseillaise) a dirigé la rédaction d'un projet d'agglomération mêlant les trois principales intercommunalités (CPA, CU MPM et Communauté d'Agglomération de Garlaban-Huveaune-Sainte-Baume (GHB)) en 2003 mais les concrétisations tangibles sont rares à ce jour. En effet le projet le plus abouti est l'Opération d'Intérêt National d'EuroMéditerranée, et si celle-ci fut portée par différentes institutions, elle le fut davantage par un emboîtement d'échelles que par une coopération transversale (seule la MPM fût partie prenante).
Pour finir, il faut signaler que l'appel à coopération métropolitaine « Métropole Côte d'Azur », incluant Monaco et Menton, ne concerne aucune institution italienne. La dynamique transfrontalière, contrairement au cas du Nord-Pas-de-Calais, n'est donc pas véritablement engagée.

L'organisation institutionnelle de la région PACA reste plus rigide et moins coopérative que pour le Nord-Pas-de-Calais. Cela s'ajoute aux contraintes géographiques pour dessiner une région de contrastes et de fragmentations. L'organisation des systèmes de transport relève donc d'enjeux encore plus élevés dans la région PACA que dans le Nord-Pas-de-Calais.

La situation dans PACA peut se résumer aux points suivants :
- **Deux espaces métropolitains** qui dominent l'espace régional malgré une grande fragmentation institutionnelle ;
- **Une centralité secondaire** à mi-chemin entre les deux métropoles (Toulon) ;
- **Des axes de développement et de coopération** économique mais de faible poids (Vallée du Rhône et de la Durance) ;
- Des espaces périphériques (montagne) ou intermédiaires (Var) **hétérogènes** ;
- **Une faiblesse des dynamiques institutionnelles** qui limite fortement les coopérations avec les espaces transfrontaliers ligures.

III.3.3 Vers une appropriation régionale de la grande vitesse ?

Les éléments précédents montrent que les questions de transport sont prépondérantes dans la structuration du territoire dans la région PACA. Il est temps de voir quelle offre de transport collectif répond à ces enjeux.

A l'échelle des centres métropolitains, la situation est là aussi marquée par un retard sur le Nord-Pas-de-Calais. En effet, c'est le bus qui assure l'essentiel de l'offre de transports collectifs à Marseille et à Nice. Le tramway était en 2007 à l'état de projet à Nice et d'embryon à Marseille. Notons cependant que Marseille possède aussi deux lignes de métro et est ainsi la seule ville de la région bénéficiant d'un moyen de transport collectif lourd.
Ce retard se manifeste par plusieurs réalités. Par exemple, Nice et Toulon étaient les deux seules agglomérations parmi les 12 premières françaises à n'avoir construit aucune ligne de TCSP en 2004 (Budillon 2005). D'autre part, une analyse de Seznec (2008) jugeant au moyen de plusieurs critères, mais surtout la fréquentation, les transports urbains de 22 grandes villes françaises offre un classement sans appel. Marseille, malgré des défauts de service évoqués dans l'article, se retrouve juste devant Lille, soit respectivement aux 7e et 8e places. Lille souffre d'un déficit important de fréquentation.
Les quatre dernières places de ce classement sont en outre occupées dans l'ordre par Nice, Toulon, Valenciennes et Lens. Pour Lens-Liévin-Hénin-Carvin c'est la faiblesse de l'offre par rapport aux infrastructures qui est montrée du doigt, alors que pour Valenciennes c'est le caractère lâche de ce réseau d'infrastructures. Nice et Toulon se cacatérisent par la faiblesse de leur fréquentation TC (Seznec 2008).

L'état des transports collectifs urbains est donc particulièrement problématique dans nos espaces d'études, ce qui manifeste d'une prégnance des problèmes généraux de transport collectif.

Le réseau de bus niçois, géré par la ST2N, dessert une large zone se voulant correspondante à la CUNCA puisqu'elle s'étend de Cagnes-sur-Mer à Beaulieu-sur-Mer.
Le département des Alpes-Maritimes gère quant à lui un réseau de cars qui le plus souvent doublent ces relations en bus, bien qu'il s'étende de Cannes ou Grasse à Menton.
Nice comprend ainsi deux pôles d'échanges :
- la gare centrale de Nice-Ville, qui offre une connexion aux lignes de bus de la ST2N mais aussi aux lignes plus onéreuses reliant directement l'Aéroport ou Saint-Laurent-du-Var ;
- La gare routière du centre-ville qui accueille le terminus de bon nombre de lignes de bus urbains ainsi que les lignes de car.[12]

Pour les relations internationales, il est intéressant de constater différents niveaux d'équipement. En effet, alors que les ports de Nice, Cannes ou Toulon n'offrent que des liaisons vers la Corse, le port de Marseille, le plus grand port méditerranéen français, assure la liaison vers un grand nombre de destinations, notamment Gênes et le Maghreb. Son rôle dans la construction d'une dynamique territoriale est néanmoins négligeable.
Pour ce qui est des relations aériennes, si Cannes est dotée d'un petit aérodrome et Toulon d'un aéroport de taille moyenne, l'aéroport de Marignane est un des plus grands de France. Il est néanmoins largement inférieur en trafic et en destinations à l'Aéroport Nice-Côte d'Azur spécialisé dans l'international et deuxième complexe aéroportuaire français. Cette bonne situation en Europe et dans le Monde ne doit cependant pas masquer la faiblesse des dessertes en transports collectifs terrestres.

[12] Notons bien que cette situation des transports urbains correspond à celle de 2007, date de la modélisation effectuée dans ce travail. A l'heure où la thèse est présentée, le tramway de Nice notamment modifie ce bilan, comme nous le verrons dans la troisième partie.



Figure III- 17 : Les transports collectifs terrestres en PACA (Guide des transports région PACA 2006)

Signalons pour commencer que PACA est la seule région française qui s'est dotée de LER (Lignes Express Régionales), c'est-à-dire des lignes de car assurant des relations dans toute la région. Ces lignes sont surtout empruntées dans le moyen et plus encore l'arrière-pays, où il se substitue parfois au train.

Au niveau des infrastructures lourdes ferroviaires, la situation est toute différente.

La liaison ferroviaire en TER entre Marseille, Toulon et la Côte d'Azur est sans conteste l'épine dorsale du réseau de transport collectif de la région PACA. Les raccordements Nord - Sud sont alors les minces dents de cette organisation en râteau. En effet, la vieille ligne reliant Nice et Vintimille à Coni puis Turin par la vallée de la Roya utilise un matériel anachronique et ce « tortillard » est soumis à des contraintes techniques très fortes. La situation est sensiblement différente pour le « Train des Pignes » géré par les chemins de fer de Provence, qui malgré sa vocation touristique atteint des niveaux de fréquentation intéressants dans le Nord de l'agglomération niçoise.

Enfin, la ligne reliant Marseille à Aix puis suivant la vallée de la Durance est une ligne à voie unique non électrifiée, si bien que la part modale de train dans les Bouches-du-Rhône en 2005 était de 0,3% (Budillon 2005).

La ligne littorale est donc à la fois la plus développée et la plus fréquentée des liaisons express régionales, tant et si bien qu'elle est « *à la limite de la saturation* » (Budillon 2005).
La région PACA est ainsi la deuxième de France (hors Ile-de-France) pour le trafic TER, avec des taux de croissance annuelle de 7 % à 9 % depuis la fin des années 1990 et un total en 2007 de plus de 700 000 voyageurs par jour (Dablanc et Guéranger 2007).
Néanmoins, la congestion ferroviaire de la ligne littorale et la faiblesse des alternatives (on est loin du maillage de Nord-Pas-de-Calais) témoignent d'un « *réseau de transport collectif notamment ferroviaire particulièrement déficient* » (Budillon 2005 page 279). Il est important de signaler que la stratégie du « tout-automobile » a largement été diffusée en PACA et que pendant longtemps les transports routiers individuels ont prévalu sur les transports collectifs.
Ainsi et malgré les volontés récentes, notamment du fait du Président de Région Michel Vauzelle, les transports collectifs conservent des lacunes fonctionnelles.
La plus grande de ces lacunes est l'absence de ligne à grande vitesse. En effet, si les axes Aix - Marseille - Aubagne et Cannes - Nice mériteraient sans doute une desserte de type RER (Sempere-Spill et Spill 2002 page 48), la principale carence du réseau ferroviaire régional se situe à une échelle supérieure.
L'arrivée du TGV Méditerranée à Marseille en 2001 a considérablement changé les conditions d'accessibilité à la région mais n'a finalement que peu transformé les possibilités de fonctionnement de la région métropolitaine et « *les stratégies d' intégration des archipels* » (Sempere-Spill et Spill 2002 page 48). Ce « *tropisme rhodanien* » contient des risques de « *désintégration du territoire régional* » comme le font remarquer certains auteurs (Sempere-Spill et Spill 2002 page 49).
Le problème n'est pas l'arrivée de la LGV dans les agglomérations avignonnaise et marseillaise mais bien qu'elle ne concerne pas le reste du territoire. Ainsi les TGV continuent leur chemin à partir de Marseille vers l'Est sur une ligne classique, le réseau étant de type TER.

La faiblesse du service régional au niveau ferroviaire et plus précisément l'absence de possibilités d'utilisation de la grande vitesse à objectif régional est peut-être le trait marquant de l'organisation des transports collectifs en PACA. La situation est encore une fois très différente du Nord-Pas-de-Calais.

Conclusion

Par ses qualités climatiques, paysagères et patrimoniales exceptionnelles, la région PACA possède un pouvoir d'attraction très fort sur le reste du territoire français, européen, voire mondial.
Les transports sont donc d'un intérêt prépondérant dans cet espace et différents traits structurants marquent cette problématique régionale ;
- **L'isolement** de la région dans le territoire français ;
- Une **faiblesse des transports urbains**, notamment sur l'espace ultra-dense de la Côte d'Azur ;

- Une organisation des liaisons ferroviaires en râteau, avec un **axe très fort le long du littoral** et un second le long de la vallée du Rhône ;
- L'absence d'un réseau de fonctionnalité régionale, causé par la **non appropriation de la grande vitesse ferroviaire**.

Ces différentes caractéristiques définissent un questionnement spécifique de la construction des territoires par les réseaux en PACA. On peut ainsi se demander si :

L'existence d'un équipement de rayonnement national sur la Côte d'Azur est-il possible ?

Une structuration régionale incluant Marseille, Toulon et Nice est-elle envisageable ?

Ces différentes interrogations montrent que le cas PACA présente un intérêt particulier dans les questions qui nous occupent.

Conclusion Chapitre III

La question du choix des cas d'application dans un travail scientifique nécessite toujours réflexion. Opportunités, facilités d'obtention des données, connaissances, inclinations et trajectoires personnelles jouent certainement un rôle.
Cependant nous avons voulu expliciter l'intérêt de nos choix.
La région métropolitaine semble émerger comme l'échelle pertinente pour ce type de recherches, étant donné le grand rôle de la région administrative dans la gestion des transports et en particulier le rôle structurant du TER.
Encore faut-il choisir de quelle(s) région(s) métropolitaine(s) on va traiter.
La région Nord-Pas-de-Calais est marquée par des inégalités entre Lille et les périphéries régionales et par l'appropriation régionale de la grande vitesse.
D'autre part, la région PACA se distingue par un isolement et une absence de réseau de transports collectifs régional.
De nombreuses et grandes différences spatiales, géographiques, économiques, sociales, démographiques, climatiques, institutionnelles ou encore politiques interdisent toute comparaison entre ces deux régions.
Néanmoins, malgré toutes ces différences structurelles, on peut faire l'hypothèse que le modèle d'appropriation régionale de la grande vitesse est assimilable par toutes les régions. Certainement, les modalités et les réalités de cette appropriation diffèrent selon les espaces mais le modèle général peut-il être repris ? Adapté ? Transformé ?
L'intérêt de sélectionner ces deux régions métropolitaines est donc de s'interroger : **le modèle de l'appropriation régionale de la grande vitesse du Nord-Pas-de-Calais peut–il être adapté à PACA ? En quelle mesure cette adaptation est-elle possible et quelles conséquences peut-elle avoir ?**
Cette question guidera donc les analyses de la seconde partie. En outre, et car l'analyse des réseaux de transports collectifs métropolitains est nécessairement multi-échelle, nous nous intéresserons plus particulièrement à la situation de deux villes dans ces espaces métropolitains. Pour la région Nord-Pas-de-Calais, notre attention se portera sur les logiques de construction du territoire urbain de Lille, la capitale régionale. Pour PACA, l'analyse des performances des réseaux de transport collectif sera aussi menée sur Nice, centre métropolitain paradoxalement périphérique dans son espace régional. Là encore, malgré les différences, nous espérons entrevoir des logiques d'aménagement des transports collectifs métropolitains.

DEUXIÈME PARTIE

MÉTHODES ET OUTILS

Comment mesurer ce qui, dans les réseaux, favorise un fonctionnement territorial ? C'est la question à laquelle cette deuxième partie tentera de répondre. Un état de l'art des approches nous a guidé vers une démarche modélisatrice fondée sur l'accessibilité et les mesures de potentiel de fonctionnement.

Le chapitre IV montrera comment appréhender de manière tangible cette question du fonctionnement et définira les structures à partir desquelles le fonctionnement est possible.

Le chapitre V précisera quelles sont les différentes manières de calculer l'accessibilité et laquelle est la plus adaptée à note problématique.

Le chapitre VI apportera des nouveaux éléments de méthode pour compléter et préciser l'analyse.

On insistera sur l'intérêt de ces différents outils et sur leur mise en pratique méthodologique au moyen de différentes techniques.

Chapitre IV : La structuration par l'espace-temps

L'analyse des performances territoriales des réseaux de transport a pour objectif de promouvoir une structuration des territoires par les réseaux de transport collectif. Or comment insuffler cette structuration ? Sur quelles structures s'appuyer pour guider, porter, inspirer la construction du territoire ? Quelles opportunités proposer aux comportements de déplacement ? Ces éléments structurants sont à la fois spatiaux et temporels.

Ainsi, en ce qui concerne l'espace, ce sont les fonctions territoriales et les navetteurs qui définissent les structures. En la matière, le temps est indissociable de l'espace, ce sera le propos de la deuxième sous-partie. Enfin, nous traiterons des structures temporelles favorisant la structuration.

IV.1 Les navetteurs comme indicateurs de fonctionnement territorial

La méthode adoptée consiste à analyser les potentiels de structuration des territoires offerts par les réseaux. Cette méthode est construite autour de calculs d'accessibilité. Mais la question reste posée : de ou vers quels lieux va-t-on mesurer l'accessibilité ? Comment appréhender les possibilités de fonctionnement métropolitain ? Que va-t-on tester ?
En premier lieu, nous proposerons une approche par les fonctions, et principalement les fonctions métropolitaines.
La sélection de certaines mobilités relatives à ces fonctions nous permettra de préciser notre approche.
Enfin cette approche, fondée sur les déplacements domicile - travail, permet de capturer un élément essentiel de la question des transports dans un environnement urbain : le fonctionnement spatiotemporel des villes.

IV.1.1 Fonctionnement = Fonctions + Déplacements

L'objectif de structuration du territoire métropolitain par les réseaux contient la notion de fonctionnement. En effet, on considère que les espaces métropolitains fonctionnent par les interactions qui se produisent entre les différents éléments de l'espace. La définition d'un espace fonctionnel souscrit d'ailleurs à ces interactions, qui se matérialisent entre autres par des déplacements de personnes. Le projet *Polynet*, analysant le degré de polycentrisme de différentes régions métropolitaines européennes, construit sa méthode sur la recherche de « *functionnal connections* » entre les différentes nodosités territoriales (Hall et Halbert 2005). C'est donc en estimant les possibilités de connexions fonctionnelles que l'on mesurera la capacité des réseaux de transport à favoriser une structuration métropolitaine. Cela concerne les déplacements entre des points de l'espace qui construisent les régions métropolitaines fonctionnelles (Hall et Payne 2006).
Reste à savoir comment déterminer lesquels de ces points doivent être reliés ? Une réponse simple serait de se rapporter à la taille des villes dans une région métropolitaine. Or il est plus juste de remarquer que si les grandes villes génèrent des déplacements importants (émission ou attraction), c'est en raison des fonctions qu'elles accueillent. N'oublions pas que le déplacement est fondé sur l'hétérogénéité de l'espace, ce qui est dans un lieu n'étant pas nécessairement dans les autres.
Les grandes villes se construisent ainsi sur l'accès à des fonctions économiques et des services. Les fonctions résidentielles y sont aussi développées. Pour généraliser on peut affirmer que les déplacements dans l'espace sont motivés par le passage, au moyen d'un mouvement physique, d'une fonction du territoire à une autre. Le fonctionnement des territoires est ainsi représenté par la relation entre des lieux accueillant des fonctions, jouant des rôles différents dans la construction du territoire. La localisation des fonctions dans

l'espace est donc un nécessaire préalable à l'analyse des possibilités de fonctionnement du territoire.
Comme introduit quelques lignes auparavant, la prise en compte des villes principales est une bonne manière d'appréhender l'ensemble des fonctions « urbaines » : zones d'emploi, administrations, zones industrielles, bureaux, commerces et zones commerciales, services, récréation, etc.
Néanmoins, dans le contexte de la métropolisation, il nous est nécessaire de prendre en compte les fonctions métropolitaines. Comment les identifier ?

Des fonctions métropolitaines pas toujours faciles à identifier

La particularité des espaces métropolitains est d'accueillir de manière exclusive certaines fonctions « supérieures », correspondant à un rôle dans l'organisation économique mondiale, comme le suggère la définition d'Anna Lee Saxenian (Saxenian 1994). Notons que les fonctions de commandement et de coordination sont au centre de l'analyse (Huriot et Bourdeau-Lepage 2006). Etablir une définition précise et applicable des fonctions métropolitaines est malaisée, la notion de seuil peut sembler la remplacer en aménagement.

La réflexion territoriale porte sur une segmentation des fonctions par leur ampleur, soit la portée des équipements correspondants. Mais il peut s'avérer tout autant délicat de disposer avec précision un curseur sur une échelle de portée des différents équipements que de se reporter à des définitions théoriques. En effet, si la fonction de recherche, représentée par un institut, un laboratoire ou une UMR, est aisément identifiable, pour bon nombre d'autres fonctions, la distinction entre le niveau métropolitain et les niveaux inférieurs n'est qu'une question de seuil, sujette à arbitrage. Ainsi les musées, expositions ou autres foires peuvent prétendre à la fonction de récréation culturelle de niveau métropolitain, mais comment opérer à une sélection des lieux « métropolitains » sinon en définissant un seuil ? Pour mener l'analyse, nous nous contenterons donc de diviser les fonctions entre le métropolitain et les niveaux inférieurs.
Il est possible de rapprocher cette modélisation de l'analyse produite par plusieurs aménageurs (Buisson, Cusset, Etienne et Mignot 1995). Sur le plan économique, l'avènement de l' « *économie de la circulation* » (Beckouche et Damette 1993) a bouleversé la hiérarchie urbaine fonctionnelle. Roberto Camagni identifie ainsi trois réseaux de villes correspondant à des niveaux différents des firmes qu'elles accueillent et qui se mettent en synergie, réseaux de villes mondiales, nationales et régionales (Camagni 1993). Cependant, ces villes régionales sont et seront de plus en plus sujettes à la métropolisation et donc à l'accueil des fonctions supérieures de l'avis de différents experts sur les territoires urbains : « *la croissance des métropoles régionales et des villes moyennes est à la fois probable et souhaitable* » réflexions réunies selon la méthode d'enquête DELPHI (Buisson et Mignot 1995). Cette croissance démographique (Sallez et Vérot 1993) s'accompagne, dans une optique de compétition, de l'accueil d'un panel de fonctions de haut niveau afin d'assurer une inertie, un recours minimum au territoire économique régional (La « Ville-assurance tout risque » de Pierre Veltz, voir Veltz 1994). Cela s'explique aussi par la réorganisation de l'économie globale, de

l'espace des firmes et de ses rapports avec l'espace des villes, comme l'explicite Anna Lee Saxenian : *« Dans ces systèmes, qui sont organisés en fonction de réseaux horizontaux d'entreprises, les producteurs intensifient leurs propres capacités en se spécialisant, tout en maintenant des contacts étroits, mais non exclusifs, avec d'autres spécialistes. Le système de réseaux est florissant dans les agglomérations régionales, où des interactions d'affaire répétées amènent un partage d'intérêt et une confiance mutuelle tout en intensifiant les rivalités et la concurrence.* » (Saxenian 1994).
Notre typologie s'attachera donc à séparer le métropolitain de ce qui relève de l' « ordinaire ». Pierre-Henri Derycke sépare ainsi les territoires métropolisés denses, d'une part des régions à dominante rurale, d'autre part où les villes moyennes présentent un rôle de dispensateur de service (Derycke 1993). Si l'on considère que la métropolisation a invalidé le schéma christallérien des hiérarchies urbaines (Buisson et Rousier 1998) en accentuant les polarisations et donc les inégalités, à l'échelle des régions métropolitaines le rôle de relais des villes moyennes vers les espaces délaissés n'est pas annulé. Les fonctions non métropolitaines, telles l'emploi et la résidence sont encore régies par des schèmes bien connus des aménageurs, les règles de la distribution des activités dans les villes (Buisson et Rousier 1998). Ces schémas urbains (Christaller, Perroux) complètent en quelque sorte les modèles de développement métropolitains là où la métropolisation n'a pas de prise directe au territoire.
Ainsi, dans la région Nord-Pas-de-Calais, une ville comme Maubeuge, indirectement concernée par la métropolisation lilloise et trônant au sein d'un territoire rural abandonné (l'Avesnois) joue le rôle de relais. Cette ville moyenne est donc pourvue de fonctions d'un niveau intermédiaire assurant le fonctionnement de son territoire proche. Nous prendrons en outre en compte un troisième niveau fonctionnel représentant les services de proximité présents dans toutes les municipalités composant le socle fonctionnel des régions métropolitaines.

Ce classement en métropoles régionales et en villes moyennes a inspiré l'enquête menée par Buisson et Mignot sur les politiques de transport et la maîtrise de la croissance urbaine (Buisson et Mignot 1995). Les actions préconisées par les experts concernent les stratégies d'accroissement de l'offre de transport. À y regarder de plus près, hormis celles qui proposent le développement des transports proprement dits, les actions mentionnées sont de nature fonctionnelles : centres de recherche ou bien services publics nationaux dans les métropoles et fonctions touristiques, culturelles ou encore hospitalières dans les villes moyennes. L'accueil d'un certain type de fonctions est donc alloué *a priori* à des centres urbains selon leur taille respectant une stratégie d'aménagement. En effet, la distribution des fonctions dans les différents pôles (métropole régionale, ville moyenne ou simple point) relève pragmatiquement d'une politique d'allocation d'aménités, entretenant des relations directes avec le système de transport. Illustrons cette dialectique avec un exemple.

Reprenant les hypothèses sur le développement des dynamiques de métropolisation pour les villes moyennes par la constitution de réseaux (Laborie 1991), Buisson et Mignot affirment : « *Les villes moyennes peuvent ainsi tout d'abord s'inscrire dans un partenariat*

avec leur métropole (relations de complémentarité). Mais n'y a-t-il pas simultanément un risque de dépendance allant en sens inverse de l'effet recherché ? » (Buisson et Mignot 1995). Cette problématique de stratégie territoriale se heurte typiquement aux choix fonctionnels d'allocation des fonctions métropolitaines. En effet, dans le cas précité, l'attribution d'un équipement de niveau métropolitain, comme un grand centre de commande financière par exemple, pourrait rééquilibrer cette « dépendance ». Nous comprenons la dépendance comme la nécessité pour un pôle d'être en liaison avec le centre métropolitain, or si les fonctions assurant le rayonnement international sont partagées, il s'agit de manière logique d'une interdépendance.

On le voit, les stratégies territoriales pour les fonctions se matérialisent à l'échelle de la région métropolitaine comme une distribution des aménités et une accumulation des services dans certains lieux. De manière plus précise, les pouvoirs territoriaux se heurtent à des choix en termes d'investissements.

La construction politique et territoriale de l'Europe s'est aussi saisie des considérations fonctionnelles dans des dimensions prospectives. En effet, les pouvoirs publics européens insistent sur les impératifs de compétitivité des régions. Ainsi, les publications d'organismes comme la DATAR reflètent bien cette prégnance des fonctionnalités dans la construction territoriale (DATAR 2005). Philippe Thiard par exemple insiste sur la notion d' « offre territoriale » comme base du développement des métropoles (Thiard 2005). Les travaux portant sur la compétitivité des territoires subnationaux se sont ainsi vus renouvelés par les économistes spatiaux, en particulier autour des *clusters*, ou grappes d'entreprises et d'institutions fonctionnellement liés (Porter 1999). Roberto Camagni explique bien que l'ouverture de ces territoires non directement soumis à des frontières, même si celles-là sont vouées à être effacées, les soumet à une concurrence différente, en particulier en termes d'avantages absolus (Camagni, Gibelli et Rigamonti 2002). En termes de nature et de distribution des fonctions, cette politique de marketing métropolitain au niveau régional mène à une spécialisation fonctionnelle des entités territoriales. La définition de ces entités est d'ailleurs au centre des propositions d'organismes européens comme l'ORATE ; citons les FUAs, MEGAs, PUSHs, etc. (Carrière 2005). À l'intérieur de ces régions métropolitaines, le problème des fonctions territoriales se pose différemment.

En effet, au sein des aires fonctionnelles, assurer la compétitivité passe en grande partie par la coordination des différents lieux. Les stratégies de développement locales se construisent effectivement autour des concepts d'attractivité (drainage des investissements internationaux) et de compétitivité (croissance endogène due à la valorisation des ressources locales). La stratégie de compétitivité nécessite des synergies locales autour du processus d'innovation dans un environnement favorable nommé « *société de la connaissance* » (Camagni 2005).

De plus, les fonctions territoriales *basiques* (si l'on se réfère à la fonction de base du modèle de Lowry) ou tout simplement les fonctions de service à la population (résidence, loisir, commerce…) viennent composer un patchwork de fonctions. L'organisation et la distribution spatiale de ces fonctions constituent aussi un facteur d'attractivité.

Ainsi les politiques officielles se dirigent vers une coordination *intra* et une concurrence *inter* métropoles, comme l'affirme clairement Olivier Sykes : « *The argument is that competition*

should no longer take place within *metropolitan areas (for example, between the core city and the surrounding towns). Rather, complementarity and co-ordination should be the order of the day, so that the metropolitan area as a whole can develop a European or international-level* 'projet métropolitain*'.* » (Sykes 2005b).
Roberto Camagni pense quant à lui que compétitivité et attractivité convergent vers la construction d'un territoire propice et riche en interactions des acteurs sociaux (Camagni 2005).
La distribution des fonctions dans le territoire métropolitain est donc en interaction très forte avec la construction métropolitaine et en particulier l'organisation des déplacements, et donc des transports. La localisation des fonctions, en particulier métropolitaines, nous permet de mesurer les possibilités de fonctionnement offertes par les réseaux de transport. Cependant, à l'instar des analyses menées par Polynet, notre analyse se concentrera sur les fonctions qui donnent lieu à des déplacements de type domicile - travail.

IV.1.2 L'importance des déplacements domicile - travail

Nous avons vu que le fonctionnement des territoires est ordonné par la distribution des fonctions dans l'espace. La localisation de ces fonctions permet alors de mesurer le potentiel de fonctionnement des territoires. Il est cependant nécessaire de préciser que les fonctions sont de différentes natures. En effet, les déplacements sont motivés par des attracteurs de plus en plus multiples : loisirs, achats, famille…
Pour permettre de choisir au mieux les fonctions propices à une construction territoriale, il est donc préférable de s'intéresser à l'importance relative de ces différents motifs.

A ce sujet, en recensant les différents travaux menés sur les mobilités, il apparaît clairement que les déplacements pour motif de travail ont la priorité voire souvent l'exclusivité. Ces déplacements quotidiens semblent en effet représenter avec assez de fidélité un mouvement général, immuable et uniforme des personnes dans le temps et l'espace.
Néanmoins, les dynamiques de métropolisation ont clairement fissuré ce modèle monolithique (cf. I.2). La déréglementation, la flexibilité, la réduction des coûts salariaux sont allées de pair avec la réduction légale du temps de travail pour assouplir les schémas connus. Le travail ne construit plus à lui tout seul la géographie des mobilités.

Cette évolution se traduit notamment par la place croissante des mobilités de tourisme et de loisirs , voir Meyer 2001). Ainsi, les fonctions récréatives ont grignoté une partie des fonctions de travail dans la mobilité.
De plus en plus il est ainsi recommandé d'inclure les mobilités ne concernant pas le travail et les recherches sur les mobilités autres commencent à se multiplier (Girard et Gésillon 2004) avec par exemple l'étude sur les théâtres et autres lieux culturels de l'aire métropolitaine marseillaise.

Nous avons toujours été conscients de cette évolution et nous nous inscrivons dans cette lignée (Conesa 2004) sur la fréquentation à motif récréatif des espaces naturels.
C'est pourquoi il nous apparaît nécessaire d'intégrer des fonctions de loisir dans notre analyse.

Néanmoins, et malgré ces évolutions universelles et spectaculaires, la majorité des fonctions retenues sont des fonctions de travail. D'ailleurs, le formalisme de simulation des comportements de mobilité adopté sera calibré sur des déplacements domicile - travail.

En effet, les mobilités dues à la fonction travail, même si elles ne concernent plus l'immense majorité des déplacements en milieu urbain, restent des mobilités que l'on peut qualifier de « *structurantes* » (Massot 2009).

Ce vocable peut amener à plusieurs interprétations, plusieurs aspects qu'il est nécessaire de détailler ici.

En premier lieu, les mobilités de travail, si elles ne sont plus majoritaires dans l'ensemble des déplacements, l'ont été pendant longtemps. Ainsi les territoires ont en grande partie été construits par des migrations pendulaires de travail. Les villes, en particulier, restent fonctionnellement liées à la localisation des bassins d'emplois. En effet, la multiplication des flux et des directions n'entraîne pas de manière instantanée un remodelage du territoire et des infrastructures. Si les territoires se sont modelés par des déplacements domicile - travail, il est moins sûr que les nouveaux attracteurs de loisirs ou de service redessinent les territorialités, qui plus est à l'échelle régionale. Dans leur étude citée précédemment, Nicole Girard et Boris Gésillon veillent bien dans leur conclusion à stipuler que la tâche de l'aménageur est plus ardue avec les mobilités récréatives. En effet, les activités culturelles par exemple sont soumises à des données sociologiques précises et n'ont pas les mêmes implications que les activités liées au travail (Girard et Gésillon 2004). Ce type de mobilités est ainsi par exemple plus soumis à l'incertitude quant à leur croissance à venir. Ce constat s'étend à toutes les activités de loisir et une bonne partie de celles de service. Les mobilités dues au travail sont ainsi plus sûres et plus prévisibles et donc continuent à servir de point d'analyse privilégié.

De plus, si en proportion les déplacements domicile - travail baissent, leur importance dans les mobilités urbaines reste prépondérante. En effet, la somme des déplacements effectués masque l'importance que prend chaque motif dans la structuration du territoire. Les déplacements domicile - travail se caractérisent par deux modalités temporelles principales :
- une grande fréquence et surtout une très forte régularité. Ainsi, malgré les évolutions récentes, un déplacement travail aller-retour est encore quasi journalier (sauf le week-end) et ceci pour une grande partie des jours dans l'année. Cette régularité confère aux déplacements domicile - travail une solidité statistique précieuse. Malgré leur nombre croissant, les mobilités alternatives restent plus aléatoires dans le temps.
- une durée d'activité exceptionnelle. Là encore, malgré les pratiques et politiques nouvelles, un déplacement de travail va encadrer une activité à destination (entre l'aller et le retour) qui

dure la plupart du temps huit heures, et au minimum quatre heures. Cette durée des activités signifie le captage de la population pendant une plage horaire très longue : le déplacement a plus d'importance pour celui qui l'effectue mais aussi pour la structure territoriale qui l'abrite. Le stationnement en est un exemple parmi d'autres (on ne se garera pas de la même manière pour cinq minutes ou huit heures). Tous les déplacements n'ont donc pas le même impact sur la construction du territoire.
Leur fréquence et la longueur de l'activité qu'ils impliquent rendent les déplacements de travail prépondérants dans la construction des territoires urbains (Wiel 2002).

Enfin, sur le plan géographique, les déplacements n'ayant pas trait au travail ne bouleversent pas les bassins de vie et les territoires vécus. Cesare Marchetti établit une règle simple sur le comportement de mobilités dans l'espace que l'on peut formuler ainsi : l'individu est contraint par la nécessité de rentrer chez lui le soir (Marchetti 2002). Peu importe donc le nombre des déplacements, le périmètre du déplacement quotidien ordonne l'organisation spatiale des espaces urbains. Si la théorie de Marchetti a été remise en question, on peut la considérer comme valable dans la plupart des cas (Vodoz 2004).

Par conséquent, l'étude des potentialités de structuration territoriale doit sélectionner des déplacements potentiels et les tester, sans nécessairement refléter l'intégralité des fréquentations réelles. En effet, les mobilités définissant des espaces de pertinence territoriale, le caractère discriminant d'une relation est l'impact potentiel sur la construction du territoire, et non pas l'importance relative des flux (nombre de voyageurs/jour par exemple).
L'ensemble des arguments précédents plaide à ce sujet pour une analyse centrée sur les déplacements domicile - travail. En effet, les horaires de travail possèdent une nature contraignante, rigide, (un « temps obligé », *« tempo obligato* » selon Martinotti, Zajczyk et Boffi, voir Martinotti, Zajczyk et Boffi 2000) qui leur confère un poids supérieur à leur part dans les mobilités totales. Luca Bertolini affirme d'ailleurs : « *Home to work trips are, in the Netherlands as elsewhere, a minority and declining share in total mobility. However, because of their highly constrained nature they have a more than proportional impact on the day-to-day functioning of an urban region.* » (Les déplacements domicile - travail constituent, aux Pays-Bas comme n'importe où ailleurs, une part mineure et décroissante de la mobilité totale. Pourtant, à cause de leur nature hautement contraignante ils ont un impact plus que proportionnel sur le fonctionnement quotidien d'une région urbaine. Traduction personnelle de Bertolini 2005).
Suivant cet ordre d'idée, dans une logique de promotion de recherche « *time oriented* », Sandra Bonfiglioli et Stefano Stabilini proposent une vision des *« horaires de travail comme régulations des rythmes urbains* » (Bonfiglioli et Stabilini (Vodoz, Pfister-Giauque et Jemelin 2004 p.311). En effet, les auteurs affirment que l'organisation sociale et les rythmes des sociétés métropolitaines, en particulier les temps des services publics et le temps de la famille sont dépendants de la structure horaire du travail.

Malgré la part croissante des mobilités alternantes, notre analyse portera ainsi en majorité sur des demandes potentielles ayant trait à des relations domicile - travail à l'échelle du quotidien. En particulier seront analysées les possibilités de *commuting*.

IV.1.3 Des territoires redessinés par le commuting

L'extension des bassins d'emplois a donné naissance au commuting, ou navettes, qui se caractérise par la séparation du lieu de résidence et du lieu de travail. Ainsi les navetteurs effectuent quotidiennement un déplacement entre deux communes différentes, bien souvent la ville-centre, accueillant l'emploi, et la commune périphérique résidentielle. Ces navettes redessinent les territoires qui peuvent prendre une forme inattendue. En effet, l'analyse de ces navettes sur la région parisienne dans le cadre du projet Polynet a mis en relief le caractère polycentrique de cet espace métropolitain pourtant symbole de la mono-polarité (Hall et Halbert 2005). Les auteurs partent en effet d'une définition simple : à partir d'un certain seuil de relations de périphérie à périphérie, la région métropolitaine étudiée est considérée comme polycentrique. Cela montre que les navettes définissent un espace fonctionnel spécifique et porteur d'une structure propre. Analyser les possibilités de commuting revient à mesurer le potentiel de fonctionnement d'un espace de vie.
Cet espace de vie n'est pas figé et évolue dans le temps. En effet les dynamiques structurant l'espace sont à appréhender dans leur dimension temporelle aussi. Ainsi les déplacements redessinent selon la période les limites du système métropolitain. Ces « *densités mouvantes* » (Mille 2000) offrent une géographie changeante des territoires. L'application de ces structurations spatiotemporelles aux territoires de la métropolisation a fait l'objet d'analyses quantitatives à objectif opérationnel. Ainsi Fabrice Decoupigny parle de « ville à géométrie variable » (Decoupigny 2006), identifiant les différences morphologiques entre l'espace métropolitain de la semaine et celui du week-end, quand les pratiques de loisirs incitent les habitants de la métropole à coloniser les espaces naturels adjacents, comme le montre la figure IV-1.

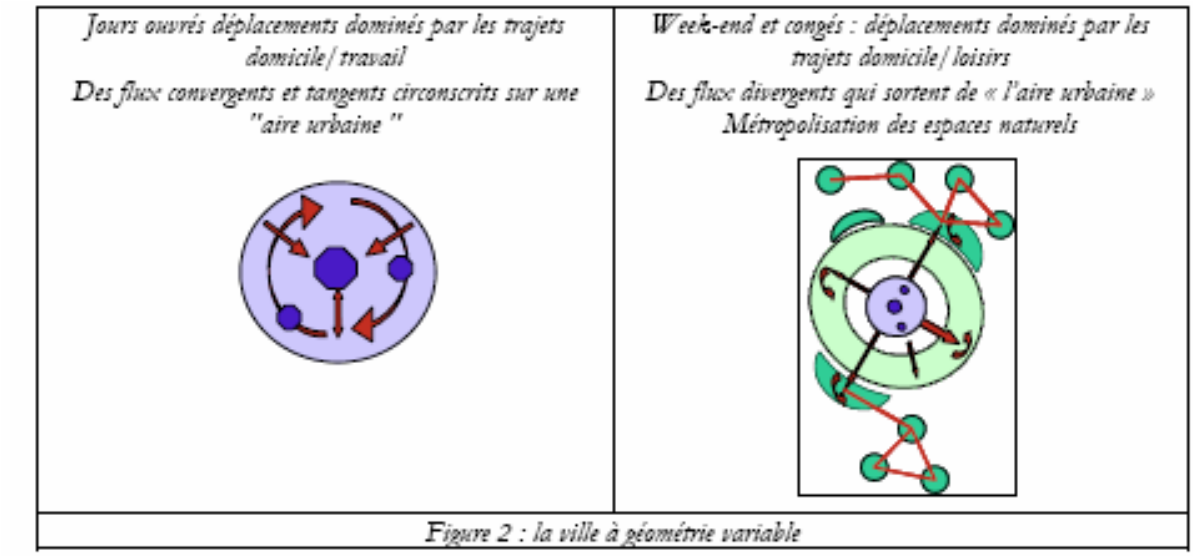


Figure IV- 1 : La ville à géométrie variable (Decoupigny 2006)

Le même raisonnement peut être repris à l'échelle d'une journée. En effet, entre le matin et le soir, la ville est modifiée de la même manière par les navetteurs, se remplissant aux heures de pointe du matin et se vidant aux heures de pointe du soir.

Le travail sur les rythmes urbains à Besançon accompli par Arnaud Banos et Thomas Thévenin illustrent d'une manière différente ces processus. La représentation en cartes animées est disponible sur Internet à l'adresse http://web.univ-pau.fr/~banos/banos-animation4.html, la décomposition en cartes statiques représentée dans la figure IV-2 étant moins expressive.

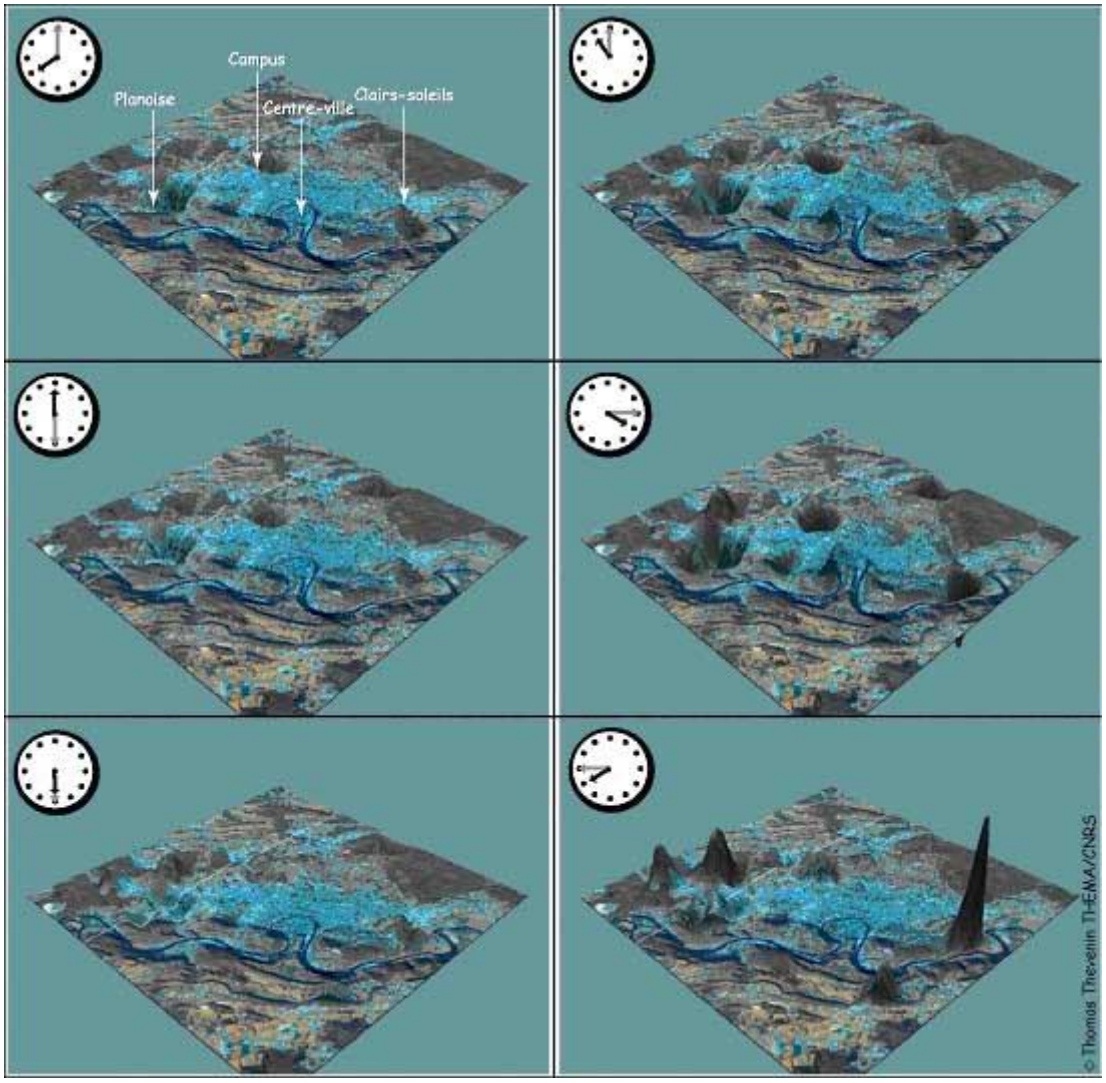


Figure IV- 2 : Besançon au rythme des heures (http://fig-st-die.education.fr/actes/actes_2005/banos/article.htm)

Les creux et les pics montrent bien l'aspect mouvant et finalement cyclique des mobilités urbaines.

Cet exercice de modélisation montre que les temporalités urbaines jouent un grand rôle dans le fonctionnement des territoires et que l'aspect dynamique ne doit pas être négligé. En matière de transport et de déplacement, il paraît ainsi opportun de concevoir le cadre comme spatiotemporel plutôt que spatial.

De plus, cette modélisation repose sur l'aspect émergent des structures définies par les comportements humains. Arnaud Banos explique bien comment la « *fourmilière urbaine* » est la représentation de processus dans un modèle individu-centré (Banos et Thévenin 2005). Il s'oppose ainsi à un réductionnisme qui voudrait représenter les mobilités par des profils issus d'une décomposition simplificatrice des comportements. Il prône ainsi le recours à des méthodes fondées sur les travaux de Schelling ou Tukey (Schelling 1978, Tukey 1977) et représentatives des modèles d'auto-organisation et de l'analyse exploratoire de données (Banos et Thévenin 2005).

Les bénéfices de la prise en compte des variables temporelles dans le cadre d'analyse et la constitution d'une approche désagrégée, refusant les simplifications ou les réductions sont les deux postulats de la constitution de notre méthode et font l'objet des parties suivantes.

Conclusion

Mesurer le potentiel de fonctionnement d'un territoire revient à investiguer la question des fonctions. En effet, les différentes fonctions du territoire génèrent les mobilités dans leurs rapports de complémentarité. On se déplace toujours d'une fonction territoriale à une autre. Dans le contexte métropolitain, il s'agit donc d'identifier les fonctions métropolitaines. Devant la difficulté à les définir, nous adoptons une posture simple : les fonctions sont allouées hiérarchiquement dans l'espace, et les fonctions métropolitaines sont celles qui ont la plus grande portée spatiale.

Parmi toutes les fonctions, ce sont celles d'emploi, qui génèrent des déplacements domicile - travail, qui seront testées. En effet elles paraissent structurantes pour le fonctionnement des ensembles métropolitains. Ainsi le commuting redessine les villes dans leur géométrie selon deux axiomes :

- les **comportements individuels,** s'ils composent avec les structures spatiales, sont réciproquement à l'origne de **l'émergence de ces structures**;
- le fonctionnement des espaces métropolitains est très dépendant de **rythmes temporels**.

IV.2 Un système spatiotemporel

L'appréhension géographique des transports ne peut rester dans un cadre exclusivement spatial. Les trajectoires en jeu se déroulent tout autant dans l'espace que dans le temps. Nous montrerons donc la nécessité de prise en compte des temporalités dans ce travail. L'introduction d'une formalisation des trajectoires dans l'espace-temps et les possibilités qu'elle offre en termes d'appropriation et de structuration territoriale clôturera cette sous-partie.

IV.2.1 Le temps, variable discriminante des systèmes de transport

Les analyses des phénomènes spatiaux ayant trait au monde des transports se concentrent par nature sur celui de transfert. En effet, le principe même du transport étant la lutte contre la distance, la réduction de l'espace à une relation entre un couple de points ; l'ampleur et les modalités de cette réduction ne peuvent être occultées. Ainsi, les études opérationnelles sur les transports font souvent état de données de vitesse. La vitesse est la caractéristique majeure du service de transport, devant la sécurité, le confort ou d'autres composantes moins déterminantes de l'offre de transport. Nous verrons par la suite que d'autres données temporelles ou spatiales tendent à présenter un intérêt pour l'aménagement, mais la vitesse reste l'indicateur simple et concis le plus évident de la performance des réseaux de transports. Signalons d'ailleurs que la minimisation du temps de déplacement est le principal facteur à l'origine des pratiques modales (Diekmann 1995). Au-delà de cela, la vitesse réalise l'équation mathématique entre la distance et le temps, présentant par analogie les transports comme disjoncteur entre l'espace et le temps. Ainsi, le transport transforme une longueur en temps. Si Paris est géométriquement à 220 kilomètres de Lille, géographiquement, la séparation varie entre 50 minutes et 1h30 pour les services les plus performants. L'espace et le temps délimitent donc l'action du système de transport.
Il est intéressant de remarquer que la plupart des exercices de modélisation systémique par un diagramme sagittal du système de transport ont mené à une double division. En premier lieu le système des transports proprement dit est toujours séparé de son environnement socio-économique, politique ou technologique. De plus, la séparation entre les usagers, représentant la demande de transport, et les réseaux, représentant l'offre, est généralement reconnue. La représentation schématique de Shalom Reichman en est un bon exemple (voir Reichman 1983).

L'auteur place le système de transport comme un outil qui « *contribue à une plus grande autonomie de l'homme vis-à-vis des lois de la nature, mais au prix de sa soumission aux exigences de la technologie et à son automatisme inné* ».(Reichman 1983). C'est dans cette optique que les transports sont un outil d'apprivoisement de l'espace au service de la liberté de l'homme. D'où la question posée par Vincent Kauffman « *Vaincre l'espace-temps n'est-il*

pas synonyme de liberté ? » (Kaufmann 2002). Cette « libération » des moyens humains dépend certes des possibilités techniques propres à une situation historique et géographique donnée mais aussi, et cela constitue le second impact de l'environnement du système sur les transports proprement dits, des intentions de déplacement des individus. Ainsi, si les moyens de déplacement d'un Parisien diffèrent de ceux d'un Mandchou, leurs besoins ou désirs de déplacement sont sans doute sensiblement distincts, les deux données étant interreliées à l'intérieur du système des mobilités, qui est une composante du système de transport. Comprise comme l' « *ensemble des manifestations liées au mouvement des réalités sociales dans l'espace* « (Bassand et Lévy 2003) ou encore « *système de déplacement en relation avec les programmes d'activité, les positions géographiques et la diversité des modes de déplacement* » (Bavoux, Beaucire, Chapelon et Zembri 2005), la mobilité représente les mouvements des personnes. Ses deux grands déterminants sont les modes de vie (valeurs sociales, lois et règlements…) et les formes spatiales – la configuration géographique (Bavoux, Beaucire, Chapelon et Zembri 2005).

La génération de la mobilité peut se noter comme la distribution des agents économiques les uns par rapport aux autres (Bavoux, Beaucire, Chapelon et Zembri 2005). Admettons donc que la mobilité soit la réponse personnalisée à l'hétérogénéité de l'espace. En effet, le déplacement est le fruit de la décision individuelle respectant d'une part la volonté de déplacement (la mobilité) et d'autre part les contraintes (organisation spatiale). Les formes d'organisation des territoires métropolitains, autrement dits les formes urbaines, ont un rôle crucial dans la mobilité. À ce propos, Marc Wiel affirme d'ailleurs qu'*« Il ne faut pas considérer le déplacement comme une consommation individuelle mais l'interpréter comme la conséquence de l'organisation spatiale globale de la ville* » (Wiel 1999).
Cependant, il convient de rappeler que les déplacements des personnes demeurent la traduction de décisions individuelles. Considérons la figure IV-1. Si je réside sur le point A et que mon lieu de travail se trouve sur le point B, j'ai plusieurs choix à ma disposition : choix modal, choix du cheminement emprunté (si mon choix se porte sur l'automobile j'ai nécessairement plusieurs possibilités), choix de l'horaire de circulation (un bus peut me faire arriver en avance sur mon lieu de travail mais je mettrai à profit ce temps pour nouer des liens sociaux au café d'en face) etc.
Mon choix peut même se porter sur une alternative inattendue : je décide de me porter malade et de passer ma journée dans le périmètre de mon logis.

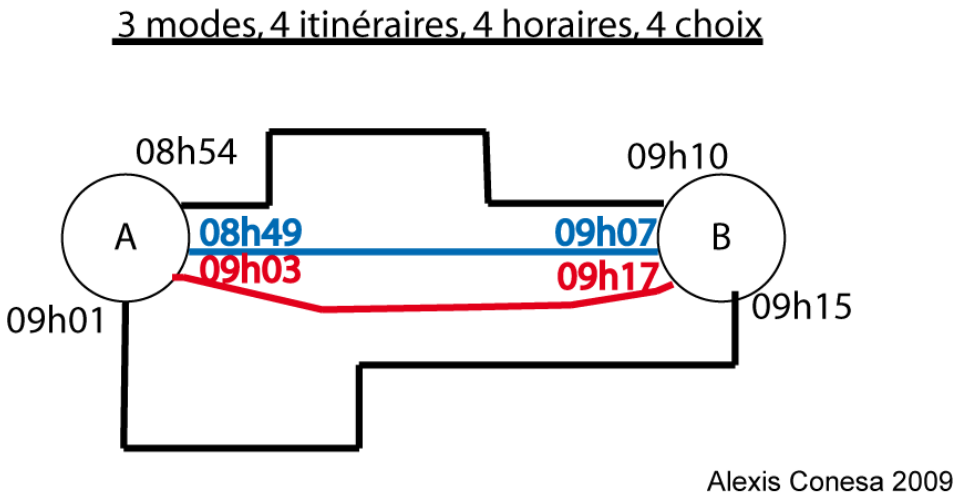


Figure IV- 3 : Le réseau, des opportunités activées par des décisions individuelles

Certes, nous sommes conscients que les contraintes pesant sur ces choix (financières, organisationnels, sociales) sont telles qu'elles sont à même de standardiser les comportements et ainsi réduire les possibilités. Ainsi les mobilités sont sans doute réductibles à quelques déplacements stratégiques. Cependant, si l'analyse des ressorts psychologiques des comportements et des prises de décision dépasse le domaine de compétence de ce travail, il nous paraît réducteur de les éluder. C'est pourquoi nous choisissons une optique individualisée des déplacements dans un territoire. À l'instar d'Arnaud Banos et Thomas Thévenin (voir page 153), nous nous appuyons sur l'individualisme méthodologique pour construire notre méthode.

La mobilité en général n'est toutefois pas réduite à des comportements individuels dans la littérature (Bassand, Brulhardt, Hainard et Schuler 1985, Joye, Bassand et Schuler 1988). En effet, comme nous l'avons montré, les décisions sont le fruit d'un ensemble de variables qui se comprennent dans une collectivité. Ainsi Mathis Stock évoque un système liant cinq dimensions : individuelle, sociale, temporelle, spatiale et symbolique (Stock 2006). Le « *système individuel des mobilités* » n'en étant qu'une composante (Stock 2001), soulignant par ailleurs que « *« individu » et « société » ne s'opposent pas, mais peuvent être utilisés comme concepts désignant deux manifestations distinctes de l'humain* » (Stock 2006). La mobilité est ainsi un fait social total, qui tend à caractériser les sociétés métropolitaines. Plus précisément, les comportements de mobilité se manifestent bien souvent au sein des **ménages**, qui est la variable statistique la plus usitée en la matière. On comprendra aisément que l'agenda familial est le plus prégnant dans les comportements de mobilité.

Eu égard aux paragraphes précédents, on peut ainsi considérer que la vitesse est en constante croissance dans l'histoire de l'humanité même si les progrès ne sont pas uniformes dans le temps et l'espace. Cette hausse n'amène pas à une réduction de l'espace par unité de temps mais davantage à une augmentation de l'espace parcouru pour un temps similaire, selon la loi des budgets-temps constants, ou conjecture de Zahavi (Zahavi 1974), récemment remise en

cause (Vodoz, Pfister-Giauque et Jemelin 2004) mais généralement reconnue. La mobilité va donc se construire à partir d'un choix de trajets possibles joignant deux activités et des contraintes de temps (variable plus discriminante que l'espace, voir Schafer et Victor 2000).
Ainsi, les déplacements s'allongent dans l'espace et se multiplient. Cette explosion des mobilités, significative depuis 1850, s'explique aussi par les processus de différenciation des lieux et de spécialisation dues à la métropolisation (Mignot, Aguiléra et Bloy 2004). À titre d'exemple, la distance moyenne de déplacement quotidien d'un Français a augmenté d'un tiers entre 1982 et 1994, pour atteindre 25 kilomètres, et cette hausse est confirmée par de nombreuses recherches (Gallez, Orfeuil et Polacchini 1997, Madre et Maffre 1997). Ces évolutions alimentent les discours sur les nouvelles sociétés mobiles (Bassand et Kaufmann 2000, Bourdin 2000, Giddens 1994) et contribuent à placer la mobilité comme une composante structurante des sociétés contemporaines.

La théorie de l'individuation (voir Chapitre I), ou l'individualisation (Elias 1994) a été reprise pour définir une « *individualisation géographique des hommes par rapport à des sociétés d'individus sédentaires* » manifestée par trois phénomènes principaux :
- *le choix des lieux est plus grand et s'effectue de manière plus autonome ;*
- *les individus deviennent plus distanciés par rapport au lieu de résidence (ou plus généralement, acquièrent une distance par rapport aux lieux proches) ;*
- *les espaces de vie individuels, les « trajectoires spatiales individuelles » au cours de la vie sont plus différenciés les uns par rapport aux autres* (Stock 2006).

Cette hypothèse renvoie à un phénomène général de libération des comportements individuels dans la mobilité et de fragmentation des attitudes de déplacement les unes par rapport aux autres. Les hommes, à l'aide de la modernisation des transports, se rendent plus autonomes par rapport aux institutions et aux autres individus. La relation au lieu de domicile peut ainsi être plus distendue, et augmente donc les possibilités de différenciation des trajectoires. La hausse des déménagements, à une échelle supérieure, montre bien que la multiplicité des possibilités va donner lieu à une multiplication des « *profils* », c'est-à-dire des agendas individuels, ou plus exactement des agendas des ménages.
Ainsi, l'analyse des transports dans une perspective d'outil d'appropriation spatiale doit prendre en compte deux données majeures. La première est la nécessité de comprendre les systèmes de transport non seulement dans l'espace mais encore dans le temps, car la nature même des transports est de mettre en relation ces deux variables. La seconde est la montée de l'individualisation des comportements de mobilités, qui amène à porter l'analyse sur les choix individuels, ou les comportements des ménages.
Les géographes ont conceptualisé un cadre d'analyse dans lequel les individus portent leurs choix sur un champ spatiotemporel des possibles, définissant une branche de la géographie dont découlent de nombreux travaux récents sur les transports.

IV.2.2 La Time-Geography, formulation des systèmes spatiotemporels

En fait, la géographie, dans l'étude des processus et des structures spatiales, fait souvent référence au temps, de manière plus ou moins directe. Par exemple, les modélisations dites « *dynamiques* » intègrent explicitement le temps (Forrester 1969, Langlois et Phipps 1997, Phipps et Langlois 1997), tout comme les modèles de diffusion spatiales (Hagerstrand 1967). Cependant, ces approches considèrent « *le temps comme un étalon auquel se confronte les structures des espaces observés* » (Chardonnel 2001), et le mesurent au niveau agrégé des structures. Ainsi, *l'output* du modèle dans l'unité spatiale U sera différent au temps T de celui au temps T+1. La modélisation des mobilités et des transports se situe à un niveau désagrégé.
L'appréhension du temps comme variable structurelle, au même titre que l'espace, a été développée par l'école de géographie suédoise de Lund dans les années 1970 autour de Torsten Hagerstrand sous le nom de *Tidsgeografi* (*tid* en suédois voulant dire temps). La dénomination internationale de cette approche est donc *Time-Geography*, l'équivalent français ne faisant pas l'unanimité (Chardonnel 2001). L'idée directrice est d'aborder les problématiques géographiques à l'échelle du temps des actions individuelles, avec pour contexte les structures spatiotemporelles. Cet environnement spatiotemporel détermine des ressources et des contraintes avec lesquelles les individus composent pour construire des trajectoires. Ces trajectoires se décrivent par des successions de points, représentant des situations dans l'espace-temps. Chaque individu se déplace en composant avec les contraintes structurelles dans l'espace et dans le temps, définissant une trajectoire, nécessairement individualisée.
Cette démarche se rapproche des études démographiques fondées sur les « *budget-temps* ». En effet, ces enquêtes (Dumontier et Pan Ke Shon 2000) permettent de définir le temps alloué à chaque activité quotidienne. L'intérêt est de faire ressortir des structures de rythmes de vie et d'identifier des pratiques caractéristiques de groupes spécifiques de la population (segmentation par âge, sexe, revenus, statut…). La *Time-Geography* se distingue de ces approches par la considération de l'aspect spatial des trajectoires, faisant de cette démarche une branche à part entière de la géographie.

Les trajectoires individuelles dans l'espace-temps

Historiquement, la *Time-Geography* fait suite aux travaux de la *New Geography* des années 1960. Les études préalables d'Hagerstrand datent des années quarante et portent sur les vagues d'émigration et d'innovation. Chacun de ces deux axes de recherche a mis en exergue d'une part le rôle de l'individu comme acteur décidant de sa trajectoire en fonction de contraintes et d'autre part le fait que « *la capacité d'innovation varie d'un individu à l'autre* » (Chardonnel 2001). Ainsi, les réalités géographiques se construisent dans un monde mouvant, dans lequel les situations, c'est-à-dire les positions dans l'espace-temps, sont indispensables à la compréhension des phénomènes. L'analyse des pratiques individuelles est donc profitable à la construction des savoirs géographiques (Chardonnel 2001). Cette optique s'appuie sur la

théorie des trois mondes développée par Popper et Eccles [13] pour démontrer comment l'individu, partant de son intention, choisit sa trajectoire en slalomant entre les contraintes physiques objectives et les contraintes sociale qui comprennent les interactions entre individus, comme par exemple l'obligation de s'unir pour travailler ou assurer la reproduction de l'espèce (Hagerstrand 1985). L'espace-temps est considéré comme un ensemble de contraintes et de ressources.

L'article fondateur de la *Time-Geography* est sans doute « *What about people in regional Science ?* » de Torsten Hagerstrand en 1970. Dans cette réflexion générale sur la prise en compte des individus (le terme anglophone *people* n'est pas ici très représentatif de l'état d'esprit de l'auteur), le géographe suédois plaide pour une désagrégation des méthodes de compréhension et d'analyse : « *Nothing truly general can be said about aggregate regularities until it has been made clear how far they remain invariant with organizational differences at the micro-level.* » (On ne peut rien tirer des régularités agrégées sauf à clairement déterminer leur stabilité dans leur confrontation aux différences organisationnelles du niveau micro, traduction personelle de Hagerstrand 1970). Plaçant le projet au centre des trajectoires de vie et donc par agrégation des structures, l'auteur insiste sur le rôle du temps dans ces intentionnalités et sur le caractère non-stockable de l'espace-temps dans les trajectoires individuelles (« *paths* »). En effet, il existe une quantité finie d'espace-temps allouée par journée et par individu, que celui-ci ne peut économiser pour le lendemain. L'enjeu est alors de définir les mécanismes spatiotemporels de contraintes qui déterminent comment les trajectoires sont canalisées ou réduite (« *define the time-space mechanics of constraints which determine how the paths are channelled or damned up* »). Hagerstrand prône l'analyse des possibilités de déplacements sans préjuger des comportements et en intégrant tous les individus quelles que soient leurs compétences mais en tenant compte de leur empreinte spatiotemporelle (« *everybody should be included in the picture, the child as well as the entrepreneur* » p. 20).

Les propos ne sont pas exempts de considérations que l'on pourrait qualifier d'anthropologiques, l'analyse des parcours concrets faisant « *émerger l'hypothèse que la gestion des ressources spatiales et temporelles est facteur de maîtrise de sa vie quotidienne* » (Chardonnel 2001 p. 138). L'idée d'une libération de l'individu par les transports exposée précédemment est donc relayée par cette approche. Hagerstrand déclare que « *dans la réalité on bute sur une foule de barrières. L'individu donne l'impression d'être un observateur emmuré dans un labyrinthe qui limite les réelles possibilités de choix* » (Hagerstrand 1970). Dans ce contexte, l'objectif de tout aménagement ayant directement trait aux contingences spatiotemporelles contraignant les trajectoires, parmi lesquels en premier lieu l'aménagement des transports, ne doit-il pas contenir l'idée de « libérer » les individus ? Ne relève-t-il pas de l'éthique et du progrès (au sens humain du terme) des sociétés contemporaines de permettre la libération des pratiques individuelles dans le temps et dans l'espace ?

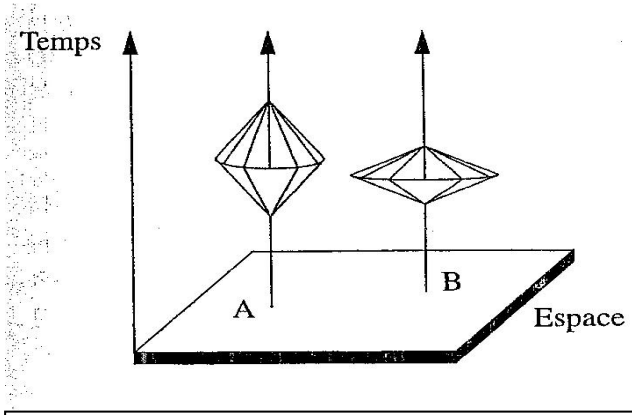
Ces considérations philosophiques ne doivent cependant pas faire perdre de vue l'intérêt méthodologique des conceptions de la *Time-Geography*. Or il est intéressant de noter que

[13] Théorie selon laquelle le monde est composé d'un versant physique, un deuxième subjectif individuel et un troisième constitué des règles et des normes collectives.

cette approche est également perçue comme un « langage » (Chardonnel 2001), un mode de représentation des différentes hypothèses présentées ci-dessus. Le prisme journalier est la représentation synthétique principale des idées d'Hagerstrand.

Le prisme journalier comme base de l'expression des mobilités individuelles

La figure IV-4 montre que ce prisme (Hagerstrand 1970) représente le volume d'espace-temps disponible dans la journée pour chaque individu afin de réaliser ces déplacements.



L'étendue dans l'espace-temps dont l'individu dispose au cours d'une journée est illustrée, ici, pour deux individus résidant respectivement en A et B. Ces points sont les bases que l'individu est supposé ne pas quitter avant une certaine heure et qu'il doit regagner avant une autre heure. Les positions externes des points de retour sont déterminées par les capacités maximales de déplacement disponibles. Seuls les points à l'intérieur du prisme peuvent être visités.

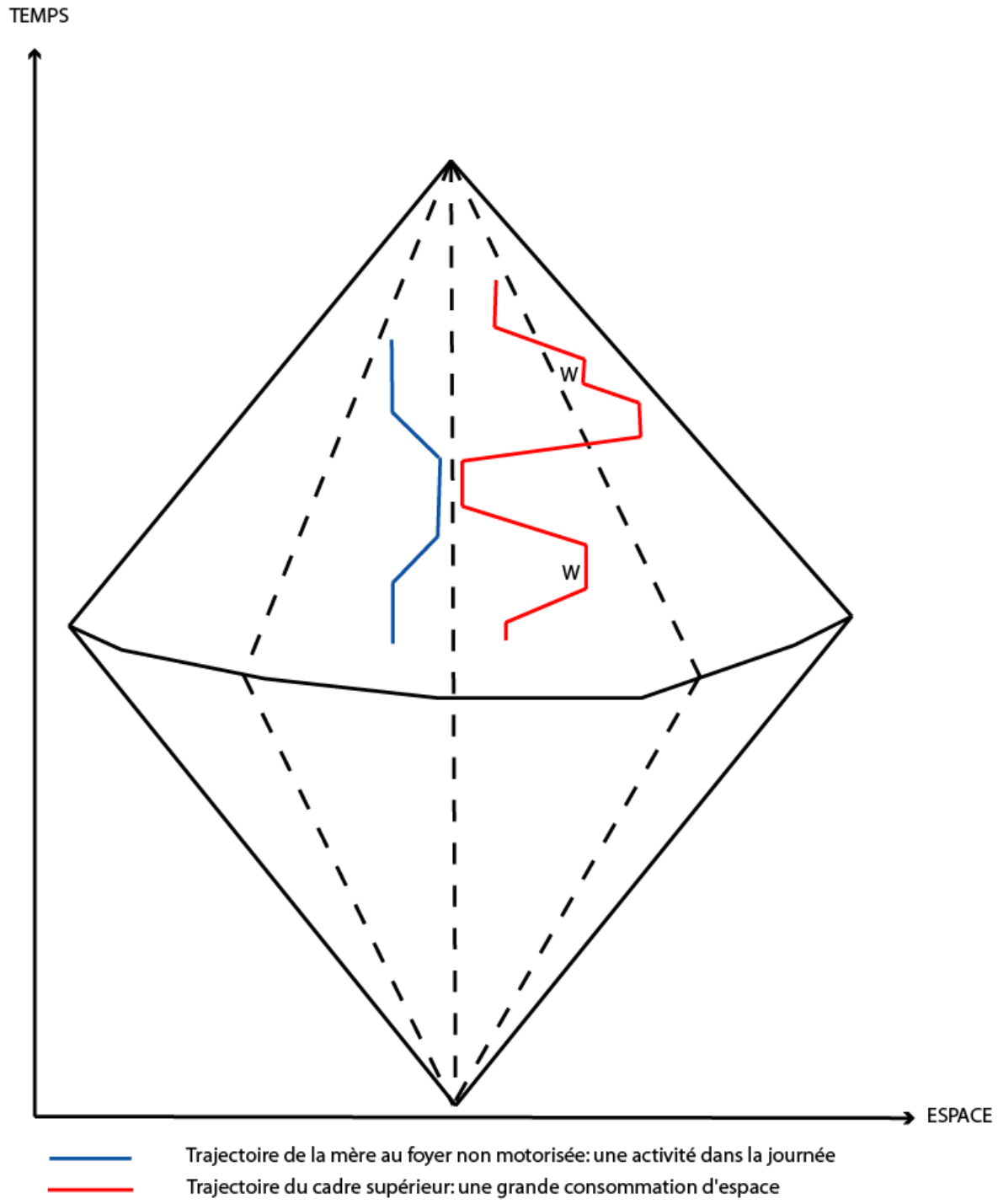
Figure IV- 4 : Le prisme journalier (Chardonnel 2001)

Son volume et sa forme dépendent des « *contraintes de capacité* » pesant sur l'individu, c'est-à-dire les attributs biologiques (temps réservé au sommeil et au repas), la nécessité de posséder un lieu de résidence, les formes spatiales (distance entre résidence et lieu de travail) et les moyens de transport à disposition qui façonnent le prisme (Chardonnel 2001). Ainsi, un individu pourra se déplacer très loin dans l'espace mais dans une contrainte de temps limitée, s'il peut mobiliser des moyens de transport très rapides mais qu'il est contraint de passer beaucoup de temps à son domicile. À l'inverse, un individu ne pouvant mobiliser ces moyens de transport rapides sera contraint d'utiliser beaucoup de temps pour des déplacements consommant peu d'espace, « allongeant » alors son prisme journalier. On notera le rôle déterminant de l'offre de transport.

Les contraintes peuvent aussi être issues des exigences de coordination entre les individus, on parlera de « *contraintes de conjonction* » (Chardonnel 2001). L'analyse de ce type de contraintes a fait l'objet de travaux sur les notions de projets et de réalités du travail (Ellegard, Engstrom et Nilsson 1991, Ellegard 1996).

Un troisième type de contraintes a été identifié par Hagerstrand (Hagerstrand 1970), les contraintes de « *pouvoir* », déterminant des « *domaines* » dans lesquels se construisent les trajectoires, « *dans la mesure où un certain ordre est nécessaire pour que l'accumulation et la coexistence d'individus sur un même lieu n'engendrent pas systématiquement des conflits de partage des ressources* » (Chardonnel 2001).

Ces contraintes pèsent différemment sur les individus et leurs trajectoires sont différenciées. L'exemple du cadre supérieur et de la mère au foyer illustre ces différences (figure IV-5). On peut préjuger que la trajectoire d'un cadre supérieur international sera très « horizontale » et s'apparentera à la forme d'un ressort alors que celle d'une mère au foyer non motorisée accusera une grande verticalité.



Alexis Conesa 2009

Figure IV- 5 : Trajectoires individuelles différenciées dans le prisme journalier

Développements, critiques et améliorations

Les principes de la *Time-Geography* ont traversé l'Atlantique et ont été repris par des géographes américains dans des recherches autour des prises en compte de l'espace-temps dans l'aménagement ou l'analyse spatiale (Carlstein, Parkes et Thrift 1978, Carlstein, Parkes et Thrift 1978, Carlstein 1982, Goodchild et Janelle 1984, Thrift 1977).

Au cours du temps, cette approche, malgré son succès, a connu de vives critiques notamment de la part des sociologues comme Anthony Giddens (Giddens 1984), regrettant la réduction de l'individu à un acteur incapable de transformer les structures spatiotemporelles par ses réflexions, actions et rapports sociaux. Le caractère déterministe des analyses a été reproché à ces travaux dont la dimension opératoire n'a jamais réussi à s'imposer. En effet, les méthodes de représentation et outils de simulation utilisés alors ne pouvaient concrétiser l'ambition théorique.
Nous considérons donc, comme le suggère Sonia Chardonnel (Chardonnel 2001), la *Time-Geography* comme une formulation de pensée très puissante et très utile à l'appréhension des procédés géographiques mettant en relation le temps et l'espace. Dans une approche opérationnelle, il paraît indispensable de développer des outils de modélisation désagrégée appréhendant les trajectoires individuelles dans un système spatiotemporel.
A titre d'exemple, les méthodes de représentation et de modélisation des réseaux de transports les plus sophistiquées s'inscrivent dans le cadre conceptuel défini par la *Time-Geography* (Chew, Chong et Moore 2005).

Enfin, des auteurs modernes, sans référence à la *Time-Geography*, proposent de repenser, face à l'explosion des mobilités, les rapports de l'Homme à son environnement spatiotemporel (Ascher 2001, Montulet 1998, Urry 2000). Vincent Kauffman résume leur pensée par la proposition suivante : « *nous sommes en train de passer d'un cadre social de perception du temps et de l'espace, fondé sur la succession spatio-temporelle de territoires enclos dévolus à une activité précise, à un espace-temps qui serait un support organisant, où de nombreuses micro-mobilités se déploieraient en fonction des opportunités rencontrées*. » (Kaufmann 2002).

Conclusion
Le temps est une variable qu'il faut prendre en compte lorsque l'on étudie les rapports entre les transports et l'espace. La *Time-Geography* intègre le temps dans une optique générale des comportements humains de déplacement dans un environnement spatiotemporel. Cela nous permet de comprendre le temps non seulement comme une valeur objective et mesurable, le « *chronos* », mais aussi un élément structurel au même titre que l'espace. Ces structures générales offrent des opportunités à la réalisation de trajectoires individuelles.
Or ces opportunités sont plus ou moins disponibles selon les individus, ou selon les ménages, notion statistique plus aisément quantifiable. Gardons à l'esprit que si le temps est instantanément consommable et consommé et que selon les physiciens c'est une variable

orientée (il se déroule toujours dans le même sens), les propriétés de l'espace sont différentes. En effet, l'espace est praticable, à intervalles plus ou moins réguliers, il est modifiable et ne présente pas les mêmes modalités de disponibilité que le temps. Ainsi, et dans ce système spatiotemporel, de nombreuses questions restent en suspens quant à l'émergence d'un territoire. Comment la confrontation des trajectoires fait émerger un territoire ? Est-ce que des profils différents (prismes journaliers distincts) peuvent partager le même territoire ? En quelle mesure le territoire interagit-il avec les pratiques spatiotemporelles, est-il plus une contrainte-ressource ou au contraire un aboutissement ? D'une manière générale, nous aborderons dans la partie suivante les modalités d'appropriation, et donc de territorialisation de l'espace par des trajectoires spatiotemporelles.

IV.3 Les mécanismes d'appropriation, de l'individuation aux routines urbaines

La construction du territoire est fortement liée aux possibilités d'appropriation. Dans cette partie, nous évoquerons exclusivement les appropriations individuelles. Il est en effet question de la construction d'un sentiment d'appartenance par la pratique du transport, qui suscite un rapport familier avec le territoire. La partie I.2.2 a traité de ces mécanismes dans l'espace. Cette partie ajoute la dimension temporelle.
La première sous-partie donne des indications d'ordres théoriques et contextuels sur ces mécanismes. La seconde traite de ce qui les régit, autour de la notion de routine.

IV.3.1 Un système spatio-temporel

La prise en compte des variables temporelles, et l'importance de ces structures sur les mobilités nous fait renouveler la formulation du système de déplacement. En effet, la première application de la *Time-Geography*, portant sur les opportunités de déplacements par les transports collectifs dans la ville de Karlstad en Suède (Lenntorp 1976), a mis en évidence le rôle des structures temporelles sur les comportements individuels. Ainsi, tout comme l'espace dans le système formulé dans la figure I-2, la composition horaire de l'offre de transport influe sur les voyageurs. Le système peut donc être enrichi de la variable temporelle.

Il est dans cette optique intéressant de remarquer que l'éclatement des trajectoires individuelles est perceptible en termes de rythmes de vie. Luc Gwiazdzinski rappelle que le temps de travail a été divisé par 2 en moins d'un siècle et ne représente désormais plus que 11% de notre temps éveillé (Vodoz, Pfister-Giauque et Jemelin 2004 p.321). Selon la même source, le temps de sommeil moyen est en outre passé de 9h00 à 7h30, ce qui, cumulé à la réduction du temps de travail, a pour conséquence une multiplication par 5 du temps libre Ces chiffres accompagnent une révolution des modes de vie, plus individualisés, en raison de l'effacement des rythmes industriels ou tertiaires. Les rythmes ne sont effectivement plus dictés par la rigide organisation industrielle, dont découlait l'organisation horaire des services et commerces. Le besoin productif de flexibilité a mené à la désynchronisation des agendas métropolitains. Alors que certains auteurs, nous y reviendrons plus tard, stigmatisent avec beaucoup de justesse notre époque par le besoin exacerbé de vitesse, il faut aussi mentionner le besoin de souplesse. En effet, il devient de moins en moins rare de trouver des lieux de restauration ou des commerces de proximité accessibles à toute heure. La recrudescence des services « 24/7 » répond en effet à des profils différents voire différés de fonctionnement et de vie. Bien que ces chiffres soient dépendants d'un contexte donné, le morcellement des comportements de mobilité, qui se calquent sur « *des temps de travail indéfinissables* » selon Francis Godard, sont mis en lumière (Vodoz, Pfister-Giauque et Jemelin 2004).

Ces pratiques fragmentées et hétéroclites sont d'autant plus lisibles dans le domaine des transports, leur utilisation se trouvant multipliée selon les usages, érodant progressivement les logiques d'heures creuses comme l'explique Luc Gwiazdzinski (Vodoz, Pfister-Giauque et Jemelin 2004). Les mobilités sont alors qualifiées de « *zigzaguantes* » (Bonfiglioli 1997).
Les idées de « *désynchronisation des activités* » et d'inadéquation de la ville aux nouveaux agendas ont ainsi émergé, forçant le trait d'un ingérable éclatement des mobilités et des comportements dans l'espace-temps (Ascher et Godard 1999, Bailly et Heurgon 2001, Boulin et Mückenberge 2002, Godard 1997, Paquot 2001, Pény et Wachter 1999).
L'intérêt grandissant pour ces nouveaux temps de la ville mène à des hypothèses sur le fonctionnement spatial et temporel des villes. En effet, si la croissance urbaine accompagne ces mobilités, c'est en leur imposant une certaine constance et une certaine masse critique (Pumain, Bretagnolle et Degorge-Lavagne 1999). Si zigzagantes que soient ces mobilités, elles sont réductibles dans des modèles (Lepetit et Pumain 1999, Pumain, Sanders et Saint-Julien 1989). Ainsi on peut penser que si les théoriciens s'accordent à insister sur le rôle présent et sans doute davantage à venir du temps dans les mutations de l'urbain, c'est en grande partie parce qu'il avait été occulté jusque là. François Ascher, s'il assume l'idée de la désynchronisation des agendas, fait remarquer qu'au cours des dernière décennies, les changements temporels ont été beaucoup plus réduits que les changements spatiaux (Ascher 1997). L'occupation et la pratique de l'espace, dans nos sociétés modernes, sont trop tributaires des horaires et des calendriers pour occulter cette régulation. Il semble ainsi que les heures de pointe continuent de rythmer le fonctionnement des espaces métropolitains comme les modélisations d'Arnaud Banos le montre. Ces « **rythmes urbains** », malgré la tendance récente à leur démultiplication, continuent à ordonner les activités des urbains dans l'espace. Certes les rythmes « fordistes » ou plus exactement industriels, symbolisés par un « 8heures - midi, 14 - 18 heures » se sont par beaucoup assouplis mais quelle société urbaine moderne peut affirmer qu'elle en est définitivement affranchie ?
Notre démarche n'est ainsi pas de nier ou réduire les bouleversements temporels, bien au contraire, et à l'instar des propositions de Bonfiglioli (Bonfiglioli 1997), d'Heurgon et Laousse ou de Ziegler (toutes les deux dans Vodoz, Pfister-Giauque et Jemelin 2004), nous préconisons une plus grande prise en compte des schèmes temporels dans l'aménagement métropolitain. Ainsi nous nous appuyons sur de rythmes urbains, des rythmes de vie, pour appréhender les mobilités individuelles.

Ces rythmes sont quotidiens. L'appropriation est en effet un processus, et non un mécanisme instantané, et les conclusions d'analyses empiriques ne peuvent être prises que sur des habitudes. Le caractère progressif de l'appropriation nous aiguille donc vers un moyen de susciter un sentiment identitaire, qui est la création d'une **habitude**. L'habitude se distingue dans le temps par sa régularité et sa récurrence. Si l'habitude n'entraîne pas mécaniquement une appropriation, l'appropriation nécessite une habitude. Sauf contre-exemples ponctuels, peut-on vraiment se réclamer d'un territoire que l'on a pratiqué une ou deux fois seulement ?
Nous considérons ainsi la possibilité de créer une habitude en vue d'une appropriation comme l'une des qualités opérationnelles que recèle un réseau de transport dans un territoire.

L'habitude est assimilable à la notion de **routine**.

IV.3.2 Pratiques des réseaux, habitudes et territorialisations

En effet, les auteurs travaillant sur les processus d'appropriation ne négligent pas l'importance de la routine sur les comportements. Ainsi Guy di Méo affirme : « *Le poids des routines du quotidien participe activement à l'élaboration des représentations territoriales* » (Di Méo 1996). Or les représentations territoriales ne correspondent-elles pas à des appropriations ? L'exemple des cartes mentales (voir la thèse de Valérie Attas, Poublan-Attas 1998) nous montre bien que l'espace représenté est directement dépendant des pratiques des usagers des transports en particulier. L'introduction d'un aménagement lourd comme un tramway (c'est l'objet de la thèse précitée), va profondément modifier les représentations car les pratiques de l'espace s'en trouvent chamboulées. Ces routines du quotidien sont donc le support de l'appropriation de l'espace.
Les transports, par la routine et le caractère habituel de leurs pratiques, confèrent donc à leurs usagers la possibilité de s'approprier des espaces distants et divers, et de vivre une « multi-territorialité ».
L'appropriation par la pratique routinière se fait aussi au cours du voyage et pas seulement avant et après la montée dans le véhicule. Comme évoqué dans le Chapitre I, les transports ne sont pas des tuyaux mais possèdent une inscription territoriale. Ainsi, la conclusion d'un travail d'enquêtes portant exclusivement sur les logiques résidentielles réalisés dans la région métropolitaine Aix-Marseille par Daniel Pinson et Sandra Thomann contient clairement cette idée : « *ces parcours et les représentations qu'ils archivent dans la mémoire et les réflexes des habitants du périurbain produisent une familiarisation effective avec un territoire maintes fois traversé, dont les moindres tours et détours, avantages et désavantages en termes de flux et bouchons de circulation, finissent par constituer une connaissance épaisse…* » (Pinson et Thomann 2001 p. 166).
Ainsi les possibilités d'appropriation de l'espace dépendent de l'appropriation du temps. Ainsi dans un article portant sur la prise en compte du temps dans le choix modal, Vincent Kauffman montre comment les enquêtés ont « *tendance à s'approprier les systèmes de transport urbain en se détournant d'une stricte confrontation des temps de déplacement* » (Kaufmann 2002). L'accent est mis ici sur la « qualité » de ce temps, et en particulier est développée la notion de temps « *appropriable* » qui joue un rôle non négligeable dans le choix modal.

En dehors de l'exemple des transports, l'appropriation de l'espace-temps est une condition d'intégration sociale. L'effet des cures de désintoxication sur les populations toxicomanes, développée par Cecilia Kjellman en 1995 (Kjellman 1995), montre en effet que la gestion des ressources spatiales et temporelles est intimement liée à la resociabilisation. La conclusion en est la suivante : « *La « réappropriation », par la routine, des structures spatiales et temporelles du quotidien permet de réintroduire, progressivement, d'autres projets (le travail)*

qui s'insèrent alors dans une trajectoire ordonnée, en accord avec les structures sociales, mais aussi spatiales, de l'environnement » (Chardonnel 2001).

Cet exemple nous rappelle que les trajectoires individuelles se croisent dans le prisme journalier et qu'au même titre que dans l'espace, les déplacements dans le temps sont multi-échelles. En combinant le prisme journalier et l'emboîtement des échelles spatiales (voir Chapitre I), on obtient donc un cadre de déroulement des trajectoires dans un système comprenant plusieurs échelles, spatiales et temporelles, comme le suggère la figure IV-6.

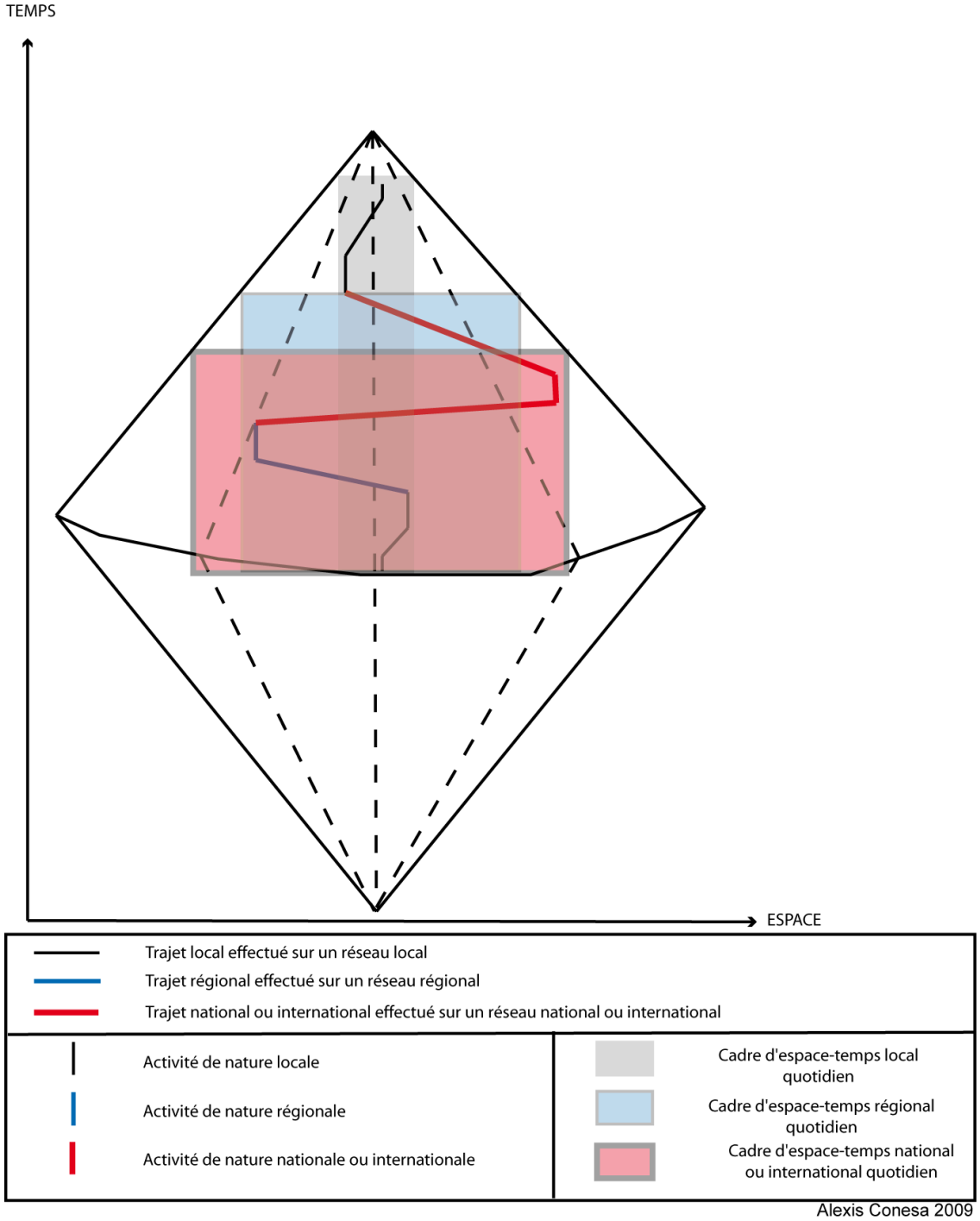


Figure IV- 6 : Des trajectoires multi-échelles dans le temps d'une journée

En termes d'appropriation des structures spatiotemporelles la qualité requise est l'adéquation aux rythmes de vie. Afin de créer une routine, les transports doivent être à la fois réguliers dans le temps et fréquents. Le service de transport doit en effet permettre de s'habituer à un déplacement en proposant un service assez dense aux heures adéquates, pour permettre d'absorber les variations temporelles de la demande et éviter les désagréments dus aux retards.

Conclusion

Au même titre que l'espace, le temps participe au système de déplacement et joue un rôle sur le comportement de mobilité. Or, l'explosion de celle-ci et la fragmentation des comportements de déplacement aboutissent à une déstructuration des appropriations de l'espace-temps. Étant donnée la prégnance encore vive des rythmes urbains, nous postulons que les réseaux de transport doivent s'en servir pour construire un service régulier et récurrent susceptible d'engendrer des pratiques routinières. C'est un moyen de favoriser les appropriations et ainsi la construction des territoires.

Conclusion Chapitre IV

Le terme structuration est compris comme un processus visant à amener une structure, une rigidité, une stabilité à un objet. Ici nous ambitionnons particulièrement de favoriser la cohérence et le fonctionnement d'entités territoriales. Pour ce faire, il est nécessaire de s'appuyer sur des éléments structurants de ces territoires. En adoptant une démarche fondée sur l'individualisme méthodologique, nous avons ainsi identifié ces éléments, qui se situent dans un contexte spatiotemporel :

- les fonctions métropolitaines ;
- les déplacements domicile - travail ;
- les rythmes urbains.

Ainsi les mesures d'accessibilité produites mobilisent ces trois éléments.

Chapitre V : Des mesures d'accessibilités pour établir un potentiel métropolitain

Les parties précédentes ont posé la problématique de travail et ont permis de préciser l'approche. Des calculs d'accessibilité vont être mobilisés pour mesurer un potentiel de structuration des territoires métropolitains. Ceci étant, le champ des possibles est vaste et il est nécessaire de préciser quel type d'approche quantitative est adopté et pourquoi. Ce chapitre représente ainsi la recherche d'une méthode adaptée. Il convient de rappeler que cette méthode a pour objectif d'établir un potentiel de structuration des territoires métropolitains par les transports. Ainsi, la démarche soutenue est d'analyser les réseaux de transport collectif pour déterminer ce potentiel, qui parfois peut apparaître comme éloigné des enjeux et des pratiques territoriaux des deux régions étudiées. **Cette analyse des réseaux de transport revêt alors un caractère théorique, qui fait émerger des possibilités indépendamment de leur pertinence opérationelle.**

En premier lieu, l'approche classique sera présentée et on montrera en quoi elle contient des lacunes. Ensuite, un point méthodologique précis sera fait sur la modélisation adoptée. La deuxième étape mobilise des calculs d'accessibilité horaire et la simulation du service de transport. D'autre part, elle matérialise un questionnement sur l'appréhension du caractère métropolitain des dynamiques et processus territoriaux en Nord-Pas-de-Calais et PACA. Enfin, les résultats des traitements horaires seront présentés dans une dernière partie.

V.1 Première étape : établir des potentiels de fonctionnement territorial

La question centrale de la présente thèse concerne la mesure des potentialités qu'offrent les réseaux de transport collectif en vue d'une structuration territoriale. Le premier travail de recherche d'une méthode adaptée est d'identifier des éléments du fonctionnement des territoires. Une fois ces éléments de construction territoriale déterminés, il s'agit de mesurer quelles sont leurs potentialités de fonctionnement. En d'autres termes, comment sont-ils susceptibles d'interagir ? La méthode présentée dans cette partie est classique dans les analyses de l'offre de transport et on montrera quels sont les faiblesses et le domaine d'application pertinent de ces mesures.

V.1.1 Sélectionner des pôles de construction du territoire

Initier un fonctionnement territorial peut revêtir plusieurs aspects. L'approche est ici concentrée sur les réseaux de transport. Par leur capacité à relier deux réalités, à mettre en synergie deux espaces ou deux lieux, les transports créent la base pour le fonctionnement harmonieux des espaces, et par extension pour la cohérence territoriale. Il est ainsi nécessaire de se questionner sur ces lieux reliés ou à relier.

Gabriel Dupuy (Dupuy 1991) s'appuie sur la notion de nodosité de Raffestin (Raffestin 1980) pour tisser sa démonstration. Ces *saillances*, ces *émergences* intrinsèques (ou construites) au territoire sont en effet sans conteste les éléments à relier pour que le territoire fonctionne. La volonté de mettre en parallèle les réseaux et les territoires a d'ailleurs souvent mené à insister sur l'importance de ces nodosités (Kaufmann, Sager, Ferrari et Joye 2003, Offner et Pumain 1996), éventuellement assimilées à des pôles d'échange (Richer 2007) et en réalisant la correspondance entre le lieu et le nœud de transport, entre la centralité et la nodalité (Amar 2004, Menerault, Barré, Conesa, L'Hostis, Pucci et Stransky 2006).
Les lieux qui font le territoire par les transports sont donc dotés d'une centralité urbaine, de services, économique, administrative ou encore culturelle qui justifie leur mise en réseau.

Cette conception générale doit dans notre cas être précisée. À l'échelle d'une région métropolitaine, le terme de centralité correspond généralement aux centres décisionnels, de pouvoir, qui régulent les territoires métropolitains (cf. Troisième Partie). En ce qui nous concerne, nous n'utiliserons donc pas ce terme mais évoquerons les polarités qui construisent le territoire. Plus précis que nodosité, ce terme renvoie à une analogie aux sciences physiques (le pôle attire la matière) assez utile en termes de relations et de transport.

Mais quels sont donc ces pôles de construction des territoires métropolitains ? L'émergence des réseaux de villes comme modèles de développement économique et spatial des régions françaises (DATAR 2005) et européennes (ESPON 2005) tendent à donner une réponse univoque : les villes. Si la métropolisation a placé les villes et les modes de vie urbains au sommet de la hiérarchie territoriale, ses différentes formes ont aussi caractérisé une mise en relation des unités urbaines entre elles (Cf. Chapitre II). Les polarités urbaines et leur mise en relation constituent ainsi sans doute le cœur des stratégies territoriales des régions métropolitaines. La conception ou la gestion d'un schéma multipolaire et des relations afférentes sous-tendent les recompositions territoriales à cette échelle (Menerault, Barré, Conesa, L'Hostis, Pucci et Stransky 2006). Le test des relations entre les villes principales d'une région génère en outre des indicateurs contenant un sens territorial mais aussi une grande lisibilité (Chapelon, Baptiste, Coquio, Jouvaud, L'Hostis, Mende et Ramora 2005).

Il s'agit donc, pour les deux cas d'étude, de sélectionner un semis de polarités urbaines qui serve de base à l'analyse des fonctionnements potentiels. Cette sélection nécessite deux explications.
Tout d'abord, **cette analyse n'est que la première étape du cheminement méthodologique**, c'est pourquoi le nombre de pôles a été limité. Cela permet de donner une première idée des conditions générales d'accessibilité sans accumuler les redondances ou surcharger le lecteur d'informations. Concrètement, cette sélection a été construite complémentairement à la liste des sites servant de substrat à la deuxième étape (voir partie V.3.2). Pour éviter les redondances, **certains pôles importants du territoire ont ainsi été laissés pour la deuxième étape**. L'objectif ici est en effet de **dresser un tableau général des conditions d'accessibilité à l'échelle régionale** plutôt que de retranscrire parfaitement l'organisation spatiale des deux cas d'études. L'ensemble des conditions d'accessibilité des sous-espaces des régions d'études sont ainsi traitées dans l'une ou l'autre des étapes.
En effet, l'analyse est spatialisée en grande partie sur les lignes de train. Les gares représentent les pôles urbains et l'accessibilité est en grande partie (mais pas seulement) dépendante de la forme de l'infrastructure. **Il est ainsi inutile de multiplier les calculs dans la même direction** ou sur les mêmes « branches » ferroviaires : les conditions d'accessibilité changent peu.
L'objectif est donc de représenter les principaux ensembles urbains et la taille des villes n'est pas la seule variable entrant en compte, **ce ne sont pas les dix plus grandes villes ou agglomérations de chaque région** : leur position géographique est aussi un critère de choix.

Malgré les différences entre les deux régions et l'impossibilité d'une comparaison, nous avons souhaité faciliter la lecture et homogénéiser la présentation des résultats en étudiant le même nombre de pôles en Nord-Pas-de-Calais et PACA.
Chaque région contient sept pôles urbains choisis selon les critères définis précédemment. De plus, comme introduit dans la première partie, les relations avec l'extérieur de la région révèlent une forte importance pour nos deux régions d'étude, en particulier pour les deux

villes sur lesquelles se portent plus précisément l'analyse (Lille et Nice). Ainsi, nous avons ajouté à ces sept pôles trois pôles extérieurs à la région, afin de tester l'accessibilité externe. Le tableau suivant présente les pôles choisis.

NPDC	PACA
Lille	Nice
Cambrai	Marseille
Maubeuge	Toulon
Douai	Antibes
Béthune	Aix
Arras	Grasse
Dunkerque	Avignon
Lens *	Cannes *
Valenciennes *	Monaco*
Paris	Grenoble
Londres	Milan
Bruxelles	Turin

* Lens, Valenciennes, Cannes et Monaco font partie des pôles importants de l'armature urbaine de leur région respective. Comme expliqué précédemment, elles apparaissent dans la deuxième étape de l'analyse, mais figurent aussi en tant que pôles urbains des armatures urbaines régionales. Abstraction faite de ces quatre villes, la première étape, celle des « pôles choisis », se réfère donc uniquement aux 20 autres pôles figurant sur le tableau.

Nord-Pas-de-Calais

- Lille la capitale régionale figure nécessairement dans la liste.
- Pour l'Arc Sud, Béthune et Douai ont été sélectionnées parmi les polarités de l'ancien bassin minier.
- Arras, la polarité secondaire et préfecture du Pas-de-Calais, est représentée.
- Cambrai représente la principale polarité de la périphérie sud de la région.
- La vallée de la Sambre et l'Avesnois à l'extrême sud-est sont représentées par Maubeuge.
- Le littoral de la Mer du Nord et toute la région de la Côte d'Opale sont représentés par Dunkerque.
- A l'aune des enjeux présentés dans le III.2, Paris, Bruxelles et Londres sont les pôles extérieurs.

PACA

- Les deux ensembles métropolitains sont représentés par plusieurs pôles. La métropole provençale bicéphale est figurée par ses deux centres, Marseille et Aix-en-Provence. La métropole azuréenne est représentée par sa capitale Nice mais aussi par Antibes, ville principale de l'importante agglomération Cannes-Grasse-Antibes. Grasse a aussi été ajoutée

dans les pôles de construction du territoire car elle représente le moyen-pays azuréen, par opposition au littoral.
- Les deux ensembles urbains secondaires de la région sont représentés par leurs villes-centres : Avignon et Toulon.
- Dans une optique de développement de l'Arc Méditerranéen, les relations avec les grandes villes italiennes (Milan et Turin) ont été testées.
- Afin de vérifier la pertinence du couloir rhodanien comme axe de communication, Grenoble a été ajoutée à cette liste.

V.1.2 Une approche classique éprouvée

Une fois les pôles sélectionnés, reste à définir la méthode d'appréhension des facilités de relations entre eux. L'accessibilité est apparue comme offrant la meilleure possibilité de quantification de la pénibilité d'un trajet (II.2). Elle permet de couvrir les caractéristiques d'un déplacement qui va orienter le choix des individus. Comme introduit précédemment (II.2), c'est avec la distance-temps qu'il est préférable de formuler les accessibilités, et mesurer ainsi une performance en termes de temps de parcours. Il convient de procéder à quelques précisions sur les modalités de calcul de l'accessibilité en termes de temps de parcours.

Le calcul d'un temps de parcours entre un lieu et un autre se heurte à des contraintes spatiales : « ***Toute mesure d'accessibilité se rapporte à un lieu donné, localisé avec précision dans l'espace géographique***. » (Chapelon, Baptiste, Coquio, Jouvaud, L'Hostis, Mende et Ramora 2005 page 26). En raison des grandes différences de vitesse dans les espaces métropolitains en particulier, l'accessibilité d'un lieu peut fortement différer de celle d'un lieu voisin. Si un aéroport possède une accessibilité très satisfaisante au monde entier, à quelques centaines de mètres de là, en-dehors des boulevards périphériques, l'accessibilité peut être totalement différente (exemple théorique). En particulier, les différentiels d'accessibilité à l'intérieur des espaces urbains sont trop grands pour pouvoir les généraliser. L'accessibilité de Lille à Paris diffère grandement selon que l'on se trouve à Lille-Flandres ou bien sur le Champs de Mars en face de la citadelle. Il est donc très important d'établir avec précision le lieu où l'accessibilité est calculée.
La même contrainte s'applique aux représentations. En effet, l'accessibilité n'étant valable qu'à un lieu précis, la valeur associée ne peut être étendue. L'accessibilité est donc discrète dans l'espace et sa représentation doit l'être en conséquence, on parlera ainsi de représentations unipolaires (Chapelon, Baptiste, Coquio, Jouvaud, L'Hostis, Mende et Ramora 2005). Certes, des interpolations sont possibles et les moyens techniques modernes permettent d'assurer le continuum des valeurs et de représenter les accessibilités par des plages continues, les isochrones (Mathis 2003b). Cependant, ces interpolations sont sujettes à la critique : l'espace n'est pas isotrope et les accessibilités décroissent rarement proportionnellement à la géométrie des espaces. Une autre solution pour représenter ces valeurs discrètes est le recours

à un carroyage qui permet le calcul des temps de déplacement interne aux cellules (Passegué 1996) mais sa lisibilité cartographique pose problème (Chapelon, Baptiste, Coquio, Jouvaud, L'Hostis, Mende et Ramora 2005). Nous opterons donc pour une représentation unipolaire qui minimise toutes les imprécisions dues à l'agrégation.

Les accessibilités sont aussi contraintes par des paramètres temporels : « ***Toute mesure d'accessibilité se rapporte à un instant donné et à un seul***. » (Chapelon, Baptiste, Coquio, Jouvaud, L'Hostis, Mende et Ramora 2005 page 27). En effet, l'accessibilité est fortement dépendante de toutes sortes de modalités pouvant changer d'une seconde à l'autre. Pour les modes à fonctionnalité permanente comme l'automobile, les conditions d'accessibilité peuvent changer fortement d'un instant à l'autre, en raison particulièrement du niveau d'utilisation des infrastructures (Chapelon, Baptiste, Coquio, Jouvaud, L'Hostis, Mende et Ramora 2005). Les écarts entre les accessibilités en heures pleines et en heures creuses peuvent par exemple atteindre des niveaux très forts (Chapelon, Jouvaud et Ramora 2002).
Pour les modes à fonctionnalité temporaires, la maxime précédente est encore plus vraie et l'accessibilité encore plus discrète dans le temps (L'Hostis et Decoupigny 2001). En effet, l'accessibilité en gare peut être excellente à 8h00 et mauvaise à 8h01 si les trains concernés partent respectivement à 8h00 et 8h30.
Ainsi, l'accessibilité est non seulement liée à un couple de lieu précis dans l'espace mais aussi à un moment donné dans le temps.

Il est donc nécessaire de préciser les paramètres spatiaux et temporels pour notre analyse.
Pour les paramètres spatiaux, les lieux pris en compte sont les gares. Bien que les villes ne se résument pas à leur porte d'entrée ferroviaire, la thèse porte sur les transports collectifs et les gares sont un substitut satisfaisant à cette échelle et dans cette première approche (les pré et post-acheminements de et vers la gare représentent à l'échelle d'un déplacement régional un segment de trajet marginal). Un problème se pose lorsqu'une ville possède plusieurs gares. Dans ce cas, c'est la gare centrale qui a été choisie, la plus représentative de la ville. Les gares périphériques ont été éliminées y compris les gares TGV d'Avignon et Aix-en-Provence. Ce choix se justifie non seulement par l'objectif de structuration, qui consiste en la mise en relation de villes entre elles et non des gares, mais en plus par le fait que ces gares ont une fonctionnalité plus proche du relais vers Lyon ou Paris que de pôles de construction du territoire régional.
Un cas subsiste et pose problème. On peut en effet considérer qu'avec Lille-Flandres et Lille-Europe, Lille possède deux gares centrales. La méthode a été en conséquence la suivante : ce binôme a été considéré comme une seule et même gare et les performances des chemins de fer mesurés comme si la gare était unique (cela se justifie assez bien par la proximité géographique des deux gares).

En ce qui concerne les paramètres temporels, l'accessibilité a été calculée de manière classique. Ainsi, le meilleur temps de parcours est l'indicateur synthétique le plus répandu dans les analyses d'accessibilité (Bavoux, Beaucire, Chapelon et Zembri 2005). Il représente

le plus court chemin en termes de temps entre un couple de lieu, quels que soient les paramètres temporels. Cette valeur absolue est un indicateur simple et efficace de comparaison des coûts de déplacement, ce qui lui vaut son succès (Gutierrez, Gonzalez et Gomez 1996, Schürmann 1996, Schürmann, Spiekermann et Wegener 1997, Spiekermann 1999).

Cependant, et d'autant plus dans les modes à fonctionnalité temporaire, l'accessibilité peut grandement varier d'une minute à l'autre et le meilleur temps de parcours propose une vision très restreinte de l'accessibilité. On pense aux modes ferroviaires, mais le constat est encore plus probant concernant l'avion : « *When this* (la fréquence des vols N.D.A.) *varies from several flights a day to one per week or less, the range of effective accessibility to a particular centre* […] *can be extreme*… » (Quand la fréquence des vols varie de plusieurs vols par jour à un par semaine ou moins, le différentiel d'accessibilité à un centre donné peut être extrême. Traduction personnelle de (Ward 1998 page 182). À l'instar du travail cité (Ward 1998), il est en conséquence plus exact de prendre en compte d'une manière ou d'une autre la fréquence du service offert.

En effet, la fréquence est, avec la vitesse et l'amplitude horaire, le troisième paramètre temporel des modes de transports à fonctionnalité permanente (Bahn-Ville 2005). Il peut ainsi s'avérer intéressant de combiner des indicateurs de vitesse et de fréquence.

Nous avons en conséquence choisi de mener une analyse construite autour de deux indicateurs : le meilleur temps de parcours et le nombre de trains directs par jour. Ces deux indicateurs se calculent sur MapNod qui est, à ce niveau d'utilisation, un simple logiciel de gestion d'horaires de transport.

Le meilleur temps de parcours est plus exactement le « temps minimal sur le réseau ». C'est un temps de trajet qui additionne les durées les plus courtes de la journée entre chaque arrêt intermédiaire d'un déplacement entre une origine et une destination. C'est un **calcul optimal de distance-temps** qui s'effectue comme le montre la figure V 1.

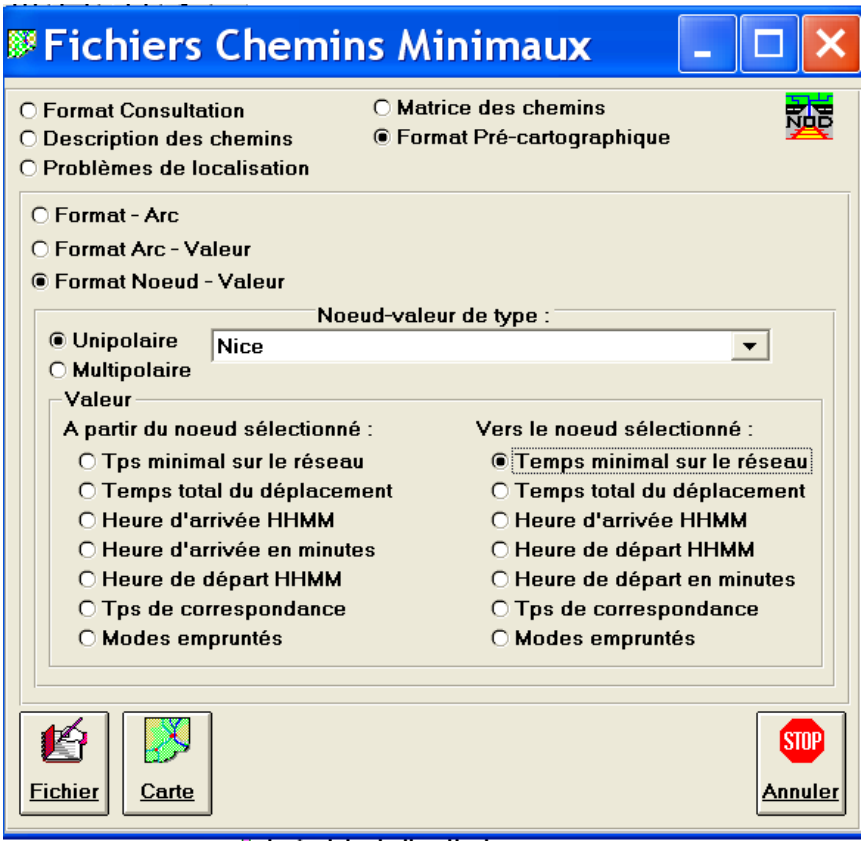


Figure V- 1 : Calcul de temps de trajet sur MapNod

Le nombre de trains directs par jour est recensé à partir de MapNod comme le montre la figure V 2.

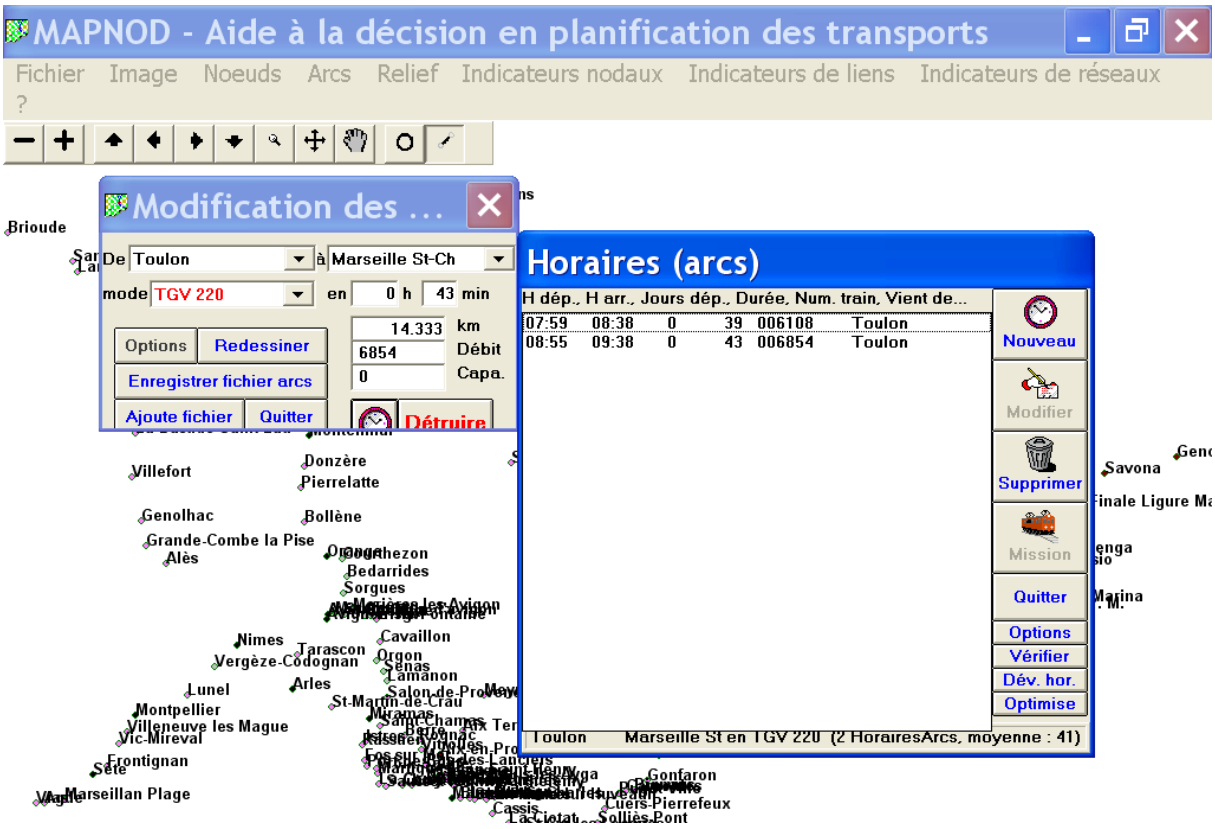


Figure V- 2 : Comptage du nombre de missions pour une relation physique dans MapNod

Pour Lille, les trains directs de Lille-Flandres et Lille-Europe ont été ajoutés en ce qui concerne le nombre de trains, alors que, concernant le meilleur temps, c'est le meilleur absolu entre les deux gares qui a été retenu. Les temps minimums pour Lille sont donc tour à tour valables pour l'une ou l'autre des gares, considérées comme un seul ensemble d'échanges ferroviaires.
Pour toutes les relations, l'ensemble des modes a été pris en compte (trains classiques + TGV en l'occurrence).

Une dernière précision est à apporter concernant cette première étape.
Comme nous l'avons affirmé, l'accessibilité est extrêmement dépendante d'un couple de lieu et d'un moment donné. Cela implique que le sens de la relation a une importance. Il est en effet rare que l'offre de transport entre deux lieux soit parfaitement symétrique. Les conditions d'accessibilité doivent donc être testées en deux temps : l'aller et le retour. Plus exactement, dans un sens puis dans l'autre.

Meilleur temps de parcours (nombre de trains directs)										
Destination / Origine	Lille	Cambrai	Maubeuge	Douai	Béthune	Arras	Dunkerque	Paris	Londres	Bruxelles
Lille	-	41 minutes	56 minutes	19 minutes (19)	33 minutes	21 minutes (1)	31 minutes (4)	58 minutes (25)	1h40	35 minutes (11)
Cambrai	41 minutes	-	48 minutes	22 minutes	52 minutes	35 minutes	1h12	1h24	2h21	1h16
Maubeuge	56 minutes	48 minutes	-	47 minutes	1h17	1 heure	1h37	1h46	2h46	1h41
Douai	19 minutes (28)	22minutes	47 minutes	-	30 minutes	13 minutes (28)	50 minutes	1h02	1h59	50 minutes
Béthune	33 minutes (1)	52 minutes	1h17	30 minutes	-	22 minutes	41 minutes	1h11	2h11	1h18
Arras	32 minutes	35 minutes	1 heure	13 minutes (29)	22 minutes	-	52 minutes	49 minutes (14)	2h01	56 minutes
Dunkerque	48 minutes (1)	1h12	1h37	50 minutes	41 minutes	52 minutes	-	1h29	1h56	1h06
Paris	59 minutes (24)	1h24	1h46	1h02	1h11	49 minutes (18)	1h29	-	2h38	1h33
Londres	1h40 (6)	2h21	2h46	1h59	2h11	2h01	1h56	2h38	-	2h15
Bruxelles	35 minutes (12)	1h16	1h41	54 minutes	1h18	56 minutes	1h06	1H33	2h15 (4)	-

Meilleur temps de parcours (nombre de trains directs)										
Destination / Origine	Nice	Marseille	Toulon	Antibes	Aix	Grasse	Avignon	Grenoble	Milan	Turin
Nice	-	1h59	1h21	13 minutes (34)	2h50	38 minutes	2h32	3h48	3h35	3h10
Marseille	1h59	-	38 minutes (17)	1h46	51 minutes (2)	1h59	37 minutes	1h53	5h34	5h09
Toulon	1h21	38 minutes (18)	-	1h08	1h29	1h21	1h15	2h31	4h56	4h31
Antibes	13 minutes (32)	1h46	1h14	-	2h37	25 minutes	2h19	3h35	3h48	3h23
Aix	2h50	51 minutes (2)	1h29	2h37	-	2h50	1h28	2h44	6h25	6 heures
Grasse	38 minutes	1h59	1h21	25 minutes	2h50	-	2h32	3h48	4h13	3h48
Avignon	2h32	37 minutes	1h15	2h19	1h28	2h32	-	1h36	6h07	5h42
Grenoble	3h48	1h53	2h31	3h35	2h44	3h48	1h36	-	7h23	6h58
Milan	3h35	5h34	4h56	3h48	6h25	4h13	6h07	7h23	-	6h07
Turin	3h10	5h09	4h52	3h23	6 heures	3h48	5h42	6h58	6h07	-

Tableau 2 : Meilleur temps de parcours et nombre de trains directs entre les pôles choisis de PACA et NPdC

1 heure : plus mauvaise accessibilité par colonne

1 heure : meilleures accessibilités par colonne

1 heure : meilleures fréquences par colonne

1 heure : meilleure accessibilité + meilleure fréquence par colonne

Les résultats présentés dans le tableau1 montrent un aperçu des conditions d'accessibilité dans les espaces d'application.

Nord-Pas-de-Calais
- Bonne accessibilité et bonne fréquence générales pour Lille, Arras et Douai ;
- Bonne accessibilité générale pour Béthune ;
- Bonne fréquence pour Paris - Lille et Paris - Arras et en général de Lille vers les pôles externes ;
- Mauvaise accessibilité pour Maubeuge.

PACA
- Bonne accessibilité et bonne fréquence pour Marseille - Toulon, Marseille - Aix et Nice - Antibes ;
- Bonne accessibilité générale pour Toulon, Antibes et à un degré moindre Avignon ;
- Mauvaise accessibilité vers les pôles externes.

Ces résultats peuvent se prêter à l'analyse et l'interprétation. Cependant, ils masquent une grande partie de l'état du service de transport. En effet, ces meilleurs temps théoriques et les fréquences associées ne peuvent suffire à rendre compte de la multiplication des possibilités données par les temps de parcours et leur positionnement dans le temps. **Ainsi les possibilités de fonctionnement territorial sont faiblement abordées**. Afin de construire une méthode plus apte à prendre en compte les variations quotidiennes de l'accessibilité, il paraît nécessaire de se dégager des approches par l'offre et de proposer un autre indicateur.

V.1.3 Faiblesses de l'approche par l'offre

Le calcul de l'accessibilité est relatif à la pénibilité, à l'effort consenti lors du déplacement, en un mot au coût du déplacement. Ainsi, la mesure de l'accessibilité peut être assimilée à une quantification des caractéristiques de l'offre de transport. Cette vision classique du transport oppose l'offre et la demande dans une logique de marché.
L'objectif du présent travail est d'analyser le potentiel de structuration du territoire par les transports collectifs. En particulier, le chapitre IV a montré comment la régularité des transports collectifs et leur capacité à générer une routine pouvaient favoriser l'appropriation individuelle des territoires par les réseaux. Dans cette optique, il nous semble peu pertinent de restreindre l'analyse à la dialectique entre offre et demande.
En effet, la position soutenue dans ce travail se différencie de l'opposition offre/demande. Les réseaux de transport n'ont pas pour seule fonction de se montrer performants en vue de capter la demande, pas plus qu'ils ne doivent seulement répondre à une demande exprimée par le biais d'enquêtes par exemple. L'idée est plus de favoriser un usage, et donc un

fonctionnement potentiel, en intégrant des éléments de demande dans l'analyse. Pour le cas des transports collectifs, construire un réseau déconnecté des réalités territoriales mais reposant sur des critères d'offre simple (vitesse et fréquence) ne constitue pas un outil d'aménagement du territoire. À l'inverse, vouloir « coller » à la demande reste illusoire tant les comportements individuels sont emprunts de complexité. La présente thèse promeut donc une approche spécifique fondée sur l'établissement d'un potentiel de structuration. D'une manière triviale, le plus important pour nous n'est ainsi pas ce que les usagers *vont faire* des réseaux TC mais ce qu'ils *peuvent* en faire. Cela correspond à une attitude prospective affichée dans ce travail.

Le service plutôt que l'offre

Pour ce faire, **l'accessibilité est mobilisée dans une optique d'estimation du service de transport, et non de l'offre**. La notion de service contient une idée d'*aide* à la mobilité qui est absente du terme d'*offre*. Le service est orienté vers l'individu, vers les besoins, alors que l'offre est orientée vers les réseaux. La différence principale entre l'offre et le service est que le service de transport intègre explicitement des éléments de demande (Baptiste et L'Hostis 2002, Rietveld et Bruinsma 1998). La méthode développée ici est donc la modélisation du service de transport. Or, **le service ne peut se résumer à une vitesse ou une fréquence.**

Outre les trois composantes temporelles (vitesse, fréquence et amplitude), le collectif Bahn-Ville recense comme faisant partie du service de transport collectif la fiabilité et le confort (Bahn-Ville 2005). La fiabilité peut se décomposer en sécurité et ponctualité, qui s'ajoutent donc au confort et à l'accessibilité pour former les quatre composantes du service de transport collectif (Chapelon, Baptiste, Coquio, Jouvaud, L'Hostis, Mende et Ramora 2005).
En se concentrant uniquement sur les variables temporelles et dans l'esprit décrit dans les paragraphes précédents, il est nécessaire d'intégrer des éléments de demande dans le calcul de l'accessibilité.

La partie IV.1 a permis de segmenter la demande dans notre recherche. Ainsi, l'analyse est centrée sur les déplacements à motif professionnel. Cela est d'autant plus pertinent que les chiffres disponibles montrent l'enjeu que représentent les déplacements domicile - travail à l'échelle régionale. Ainsi, pour la frange de ces déplacements qui dépassent les 50 km, 36 % sont effectués en train (CERTU et SNCF 1998). Dans une optique de structuration du territoire par les TC, l'objectif est au moins de conserver cette proportion. L'ambition supérieure est alors de capter une part de la clientèle des transports individuels en favorisant le report modal, la cible est alors formée des « *conditionnels de la voiture* », par opposition aux captifs des véhicules individuels (Kühn et Hayat 1999).
Cette demande de mobilité domicile - travail répond à des rythmes urbains, comme expliqué dans la partie IV.3. Malgré l'abaissement de la durée légale du travail quotidien et les bouleversements des comportements, on peut faire l'hypothèse qu'une journée de travail est encore en grande partie comprise dans un intervalle correspondant à une plage horaire allant de 7 heures à 19 heures. Les chiffres de trafics peuvent confirmer en outre l'existence d'une

« heure de pointe » encore très prégnante dans la répartition des circulations au long de la journée entre 7 heures et 9 heures (Observatoire de la circulation de la communauté urbaine de Lille, Novembre 1994). On peut remarquer que « *La période de pointe du matin correspond ainsi aux heures de commencement des cours, et aux heures d'ouverture des magasins et des bureaux.* » (Menerault et L'Hostis 2000 page 42). Les institutions d'aménagement local considèrent d'ailleurs « *l'offre en heure de pointe du matin comme un bon indicateur du niveau de service offert pour les relations domicile - travail* » (DRE NPdC 1999 page 74).

Dans une volonté de se rapprocher du comportement de mobilité des usagers, **il est donc convenable d'intégrer des indications horaires comme par exemple l'existence de l'heure de pointe du matin** (Baptiste et L'Hostis 2002). En effet, bien que la fréquence apporte une information sur la composition horaire des services de transport collectif, l'approche présentée dans la première étape est insuffisante : si le meilleur parcours de la journée est positionné au milieu de la nuit ou de l'après-midi, il n'a probablement qu'un apport minime sur le potentiel de fonctionnement, qui se cristallise encore dans les heures de pointe.

Ainsi, les calculs présentés dans le V.1.2 ont été effectués uniquement pour les heures de pointe, c'est-à-dire entre 7 et 9 heures. Le tableau 2 présente ainsi des résultats plus fonctionnels : il mesure des conditions de fonctionnement entre des pôles sélectionnés.

Meilleur temps de parcours HP (nombre de trains directs HP)										
Destination / Origine	Lille	Cambrai	Maubeuge	Douai	Béthune	Arras	Dunkerque	Paris	Londres	Bruxelles
Lille	-	42 minutes	57 minutes	20 minutes (5)	33 minutes	22 minutes	32 minutes (2)	59 minutes (7)	1h44	37 minutes (1)
Cambrai	42 minutes	-	52 minutes	22 minutes	55 minutes	35 minutes	1h14	1h25	2h26	1h19
Maubeuge	57 minutes	52 minutes	-	51 minutes	1h24	1h04	1h43	1h51	2h55	1h48
Douai	20 minutes (7)	22 minutes	51 minutes	-	33 minutes	13 minutes (8)	52 minutes	1h03	2h04	57 minutes
Béthune	33 minutes (1)	55 minutes	1h24	33 minutes	-	22 minutes	41 minutes	1h12	2h14	1h21
Arras	33 minutes	35 minutes	1h04	13 minutes (4)	22 minutes	-	54 minutes	50 minutes (7)	2h06	59 minutes
Dunkerque	48 minutes	1h12	1h43	52 minutes	41 minutes	54 minutes	-	1h31	2h01	1h09
Paris	1h02 (6)	1h25	1h51	1h03	1h12	50 minutes (2)	1h31	-	2h43	1h36
Londres	1h46	2h26	2h55	2h04	2h14	2h34	2h01	2h43	-	2h21
Bruxelles	37 minutes (1)	1h19	1h48	57 minutes	1h21	59 minutes	1h09	1h36	2h21 (1)	-

Meilleur temps de parcours HP (nombre de trains directs HP)										
Destination / Origine	Nice	Marseille	Toulon	Antibes	Aix	Grasse	Avignon	Grenoble	Milan	Turin
Nice	-	2h06	1h27	13 minutes (4)	2h58	40 minutes	3h03	3h58	3h52	3h25
Marseille	2h06	-	39 minutes (4)	1h53	52 minutes (1)	2h06	57 minutes	1h59	5h58	5h31
Toulon	1h27	39 minutes (2)	-	1h14	1h31	1h27	1h36	2h38	5h19	4h52
Antibes	13 minutes (5)	1h53	1h14	-	2h45	27 minutes	2h50	3h45	4h05	3h38
Aix	2h58	52 minutes	1h31	2h45	-	2h58	1h49	2h51	6h50	6h23
Grasse	40 minutes	2h06	1h27	27 minutes	2h58	-	3h03	3h58	4h32	4h05
Avignon	3h03	57 minutes	1h36	2h50	1h49	3h03	-	2h07	6h55	6h28
Grenoble	3h58	1h59	2h38	3h45	2h51	3h58	2h07	-	7h50	7h23
Milan	3h52	5h38	5h19	4h05	6h50	4h32	6h55	7h50	-	6h21
Turin	3h25	5h31	4h52	3h38	6h23	4h05	6h28	7h23	6h21	-

Tableau 3 : Meilleurs temps et nombre de trains directs entre les pôles choisis en PACA et NPdC en heures de pointe (7h - 9h)

Les indicateurs calculés de cette manière sont plus précis et plus justes que les précédents. La principale conséquence est la baisse de niveau du service. Pour l'accessibilité, une ville comme Avignon voit son meilleur temps de parcours se rallonger de manière spectaculaire (on passe de 37 minutes à 57 minutes pour Avignon - Marseille ou encore de 2h19 à 2h50 pour Avignon - Toulon). Au niveau de la fréquence, les pôles externes perdent une grande partie de leurs relations directes (les 6 Londres - Lille directs disparaissent, ainsi que 16 des 18 Paris - Arras). Cela signifie que pour certains pôles, une grande partie du service de transport n'est pas située pendant l'heure de pointe, ce qui peut paraître assez inadapté aux besoins régionaux.
Les différences d'accessibilité entre l'ensemble de la journée et l'heure de pointe sont telles que la hiérarchie des nœuds s'en trouve parfois changée (voir tableau 2).

Ainsi, pour le Nord-Pas-de-Calais, le Lille - Béthune rejoint le Douai - Béthune en termes de temps de parcours en heures de pointe. La relation qui subit le plus de dégradation est le Maubeuge - Béthune, ce qui peut se justifier par le fait que cette relation n'est pas a priori propice à un fonctionnement quotidien par le rail. Néanmoins, il est intéressant de remarquer sur le plan de l'accessibilité stricte que dans ces relations vers Béthune, le pôle externe de Bruxelles devient plus accessible que Maubeuge.

Pour PACA, les changements sont plus significatifs.
La mauvaise accessibilité en heures pleines à Avignon a pour conséquence que le Avignon - Marseille et le Avignon - Toulon se fait supplanter respectivement par le Aix - Marseille et le Grasse - Toulon dans les meilleures accessibilités. Ce dernier changement est d'autant plus à noter que le Grasse - Toulon a peu de sens fonctionnel. Pour ce qui est de l'accessibilité aux pôles externes, le Avignon - Milan devient plus long que le Aix - Milan. À noter dans le même ordre d'idée la dégradation de l'accessibilité pour le Turin - Grasse.

L'apport des horaires amène donc une information plus précise sur les conditions d'accessibilité. Néanmoins il convient de préciser encore davantage. En effet, dans l'intervalle des deux heures, **le meilleur temps de parcours n'est peut-être pas idéalement positionné dans le temps pour la relation fonctionnelle**, c'est-à-dire la navette. On peut de la même manière se poser la question du retour. Il est ainsi nécessaire de passer à la deuxième étape, qui ambitionne de construire des indicateurs d'accessibilités horaires.

Conclusion
Pour évaluer le potentiel de structuration du territoire offert par les réseaux de transport collectif, nous choisissons de nous appuyer sur des pôles de construction du territoire, choisis entre autres selon leur importance dans l'armature urbaine et leur position géographique. Les interactions entres ces villes sont analysées du point de vue des possibilités de fonctionnement, en particulier les déplacements domicile - travail. Sur le plan du calcul proprement dit, les approches classiques produisent des indicateurs synthétiques lisibles et compréhensibles, mais

la simplification des oscillations de l'accessibilité au cours de la journée est excessive. Il est préférable dans une optique territorialisée de s'intéresser au service de transport, dans lequel les horaires de transport sont intégrés. C'est en décrivant le plus exhaustivement possible le service de transport que l'on se saisit de l'ensemble des conditions d'accessibilités au cours d'une journée, et ainsi que l'on peut s'intéresser plus profondément à celles qui présentent un potentiel pour la construction des territoires.

V.2 Le service de transport et la simulation de comportements de déplacement par l'accessibilité horaire

Les mesures d'accessibilités territorialisées nécessitent la mobilisation du service de transport. En particulier, des éléments de demande sont intégrés dans l'offre. L'intégration de cette demande et plus précisément des horaires des transports doit être la plus complète possible. Après avoir expliqué pourquoi, nous nous pencherons sur la conséquence de ces choix, qui est la modélisation horaire. Une introduction aux modélisations par les graphes précédera la description des techniques de modélisation et de simulation.

V.2.1 L'intérêt du graphe horaire

L'intégration des heures de pointe dans les mesures d'accessibilité précise le contenu des calculs et se rapproche de la simulation des comportements de mobilité. Néanmoins, cette intégration est peu satisfaisante.

La limite de pertinence du meilleur temps de parcours

En effet, le meilleur temps de parcours tel qu'il est calculé représente une durée théorique. L'usager a peu de chances de rencontrer ce temps de parcours qui minimise les temps d'attentes. Or on sait que les temps d'attente sont habituellement mal vécus par les usagers (Kaufmann 2002). **Le meilleur temps de parcours, fût-il en heure de pointe, ne correspond qu'à l'accessibilité à un moment donné**. Étant donnée la constitution des horaires de transport collectif, considérons la minute comme l'unité de temps minimum. Le meilleur temps de parcours en heures de pointe peut être une relation partant à 7 heures 12 et arrivant à 8 heures. Pour l'usager habitant dans le lieu de départ et travaillant dans le lieu d'arrivée, ce train peut présenter un intérêt. Il faut cependant comprendre que, bien que dans la réalité les pratiques s'adaptent aux services de transport, en théorie les horaires doivent être en adéquation avec les rythmes de vie. Pour cet individu fictif, si l'activité professionnelle commence à 9 heures, le meilleur temps de parcours est quasiment inutile. Et l'accessibilité peut même être vraiment médiocre si le prochain train est à 9 heures 45. Si un second individu, possédant les mêmes lieux de résidence et de travail que le premier, commence son activité professionnelle à 7 heures 30 et que le meilleur train (7h12 - 8h00) est aussi le premier de la journée, alors le service proposé ne pourra prétendre à construire le territoire *via* les usages décrits.

A la recherche d'autres indicateurs

D'autres indicateurs peuvent être mobilisés pour améliorer les mesures, comme le présente bien le raport PREDIT de 2005 (Chapelon, Baptiste, Coquio, Jouvaud, L'Hostis, Mende et Ramora 2005) :

- Associé au meilleur temps de parcours, le moins bon temps de parcours donne une idée de l' « *élasticité* » de l'accessibilité (Chapelon, Baptiste, Coquio, Jouvaud, L'Hostis, Mende et Ramora 2005 page 32). Dans le cas où le moins bon temps de parcours reste relativement performant l'indicateur est représentatif d'un bon service. Néanmoins la question de l'acceptabilité des trajets les plus médiocres se pose. **Quel est l'intérêt de proposer un déplacement à l'accessibilité mauvaise et par extension quel est l'intérêt de l'analyser ?**

- Le temps moyen de parcours est un temps fictif, calculé sur la base de l'agrégation de l'ensemble des trains sur la période donnée. Il rejoint la question des fréquences car il renseigne indirectement sur le nombre de relations rapides (un grand nombre de relations rapides améliore la moyenne). Néanmoins, **cette moyenne ne renseigne pas sur le positionnement horaire des trains**.

- Le même constat peut être fait pour les fréquences, le nombre de trains en heure de pointe ne renseignant pas sur la rapidité ni le positionnement horaire de ces trains. Là encore, c'est l'agrégation des données qui engendre une imprécision ou une simplification excessive des horaires. **La seule solution pour retranscrire parfaitement les oscillations de l'accessibilité au cours de la journée est d'intégrer l'ensemble de la base de données horaires.**

D'autre part, comme le montre l'exemple précédent, les possibilités de structuration territoriale par les déplacements sont très dépendantes des usages. À défaut d'adapter exactement les transports aux besoins de mobilité (si tant est qu'on les connaisse assez précisément) et de faire des réseaux de transports régionaux des vastes espaces de transport à la demande, il paraît pertinent **d'intégrer des éléments de demande dans l'analyse du service de transport**. En effet, quel sens a un trajet rapide qui ne sert aucun usage ? L'objectif d'aménagement du territoire défendu est de faire en sorte que les réseaux de transport puissent faciliter les appropriations en correspondant non pas à des comportements moyens mais à des comportements probables du point de vue du fonctionnement territorial.

Or intégrer des éléments de demande dans le service de transport nécessite de maîtriser l'ensemble des conditions d'accessibilité tout au long de la journée. L'objectif est de pouvoir analyser les différentiels temporels d'accessibilité de manière continue. En reprenant notr exemple, l'accessibilité entre le lieu de départ et le lieu d'arrivée est de 48 minutes à 7 heures 12. À 7 heures 13, elle est de 2 heures 32, soit le temps d'attente du train de 9h45, auquel il faut ajouter le temps de trajet de ce train. Là encore, il convient de nuancer ces chiffres : pour les usagers, il est impératif d'arriver avant 7h12 à la gare, et tout est fait dans cette optique. L'accessibilité à 7h13 est hautement théorique car sauf accident personne n'arrive à cette heure à la gare. Néanmoins, force est de constater que la variabilité quotidienne de l'accessibilité est grande. La connaissance la plus précise possible de l'ensemble des conditions d'accessibilité tout au long de la journée permet en retour d'analyser les relations à

des heures voulues par l'examinateur et non aux heures imposées par les transports. **Pour mesurer l'accessibilité à une heure ayant un sens du point de vue du fonctionnement du territoire, une heure correspondant à une demande potentielle, il est ainsi nécessaire de connaître toute la composition horaire des services.**
La méthode doit ainsi permettre de vérifier une inégalité que tout usager régulier des transports en commun connaît bien : un retard de 5 minutes à l'origine du déplacement, s'il provoque l'impossibilité de prendre le véhicule à l'heure visée préalablement, peut impliquer un retard largement supérieur aux 5 minutes en fin de déplacement, ce résultat étant dépendant des fréquences.
La seule manière de maîtriser l'ensemble de ces paramètres temporels dans l'analyse des transports collectifs régionaux est la modélisation de l'ensemble de la base de données horaires.

Vers l'accessibilité horaire

Cet investissement dans le domaine des horaires, s'il est assez récent, connaît une vitalité contemporaine en raison des progrès techniques et de l'apparition des TIC qui transforment le rapport au temps des géographes. À titre d'exemple, les modèles de trafic (cf. partie I.3) ont mobilisé les bases de données horaires pour affiner leurs simulations (Nuzzolo, Russo et Crisalli 2001). Les investigations horaires ont aussi permis plusieurs analyses territoriales, à différentes échelles et contenant des problématiques différentes (Chang, Yeh et Shen 1999, Janic 1996, Nuzzolo, Crisalli et Gangemi 1999).

Dans le domaine de l'accessibilité, l'intégration des horaires a donné naissance aux calculs spatiotemporels (« *Space-time accessibility measures* ») encore appelés calculs basés sur l'activité (« *Activity-based accessibility measures* »), ou plus simplement approches désagrégées (« *Disaggregate accessibility measures* », Neutens, Witlox et Denmeyer 2007 page 348). Ces approches sont considérées comme liant le mieux l'espace et le temps dans les calculs d'accessibilité et sont menées à partir de SIG. Notons aussi pour information la simulation des comportements par des Systèmes Multi-Agents qui permettent aussi de géolocaliser les problèmes d'accessibilité (Dumolard 1999). Utilisant les préceptes théoriques de la Time-Geography (cf. partie IV.2), ces analyses montrent bien comment les contraintes personnelles ainsi que les contraintes externes liées à la disponibilité des activités construisent des conditions d'accessibilité (Neutens, Witlox et Denmeyer 2007). Les algorithmes géocomputationnels permettent ainsi de modéliser la distribution spatiale des aménités, c'est-à-dire les lieux où l'individu est susceptible de dépenser son temps (Kwan 1998, Kwan 1999), mais aussi la disponibilité horaire de celles-là, à savoir les horaires d'ouverture et de fermeture ainsi que les durées maximales et minimales d'occupation (Miller 1999, Miller et Wu 2000). La combinaison des paramètres spatiaux et temporels des activités permet de dresser des conditions d'accessibilité d'une grande précision (Kim et Kwan 2003). Toutefois, ces approches sont guidées par l'objectif de prendre en compte les conditions personnelles d'accessibilité à des activités et d'ailleurs elles permettent souvent de différencier les accessibilités par types d'individus (Neutens, Witlox et Denmeyer 2007). Cela nécessite une

grande précision dans les données et concerne souvent une échelle microgéographique, voire locale. Les extensions de la mobilisation d'horaires concernent surtout la visualisation (Neutens, Witlox et Denmeyer 2007) et la modélisation de l'ensemble des horaires d'une région restent l'apanage de rares études, dont la plupart ont déjà été citées dans la présente recherche (Baptiste et L'Hostis 2002, Chapelon, Baptiste, Coquio, Jouvaud, L'Hostis, Mende et Ramora 2005, L'Hostis, Decoupigny, Menerault et Morice 2001, L'Hostis et Baptiste 2006, Menerault, Barré, Conesa, L'Hostis, Pucci et Stransky 2006).

La raison de cette spécialisation des usages est en grande partie méthodologique. En effet, la modélisation d'une base de données horaire nécessite d'une part un grand investissement méthodologique et d'autre part la possession et la maîtrise d'outils particuliers. MapNod, puisqu'il s'agit de ce logiciel, ne doit plus à ce stade être considéré comme un système de gestion d'horaires de transport mais comme un SIG orienté transport, permettant une modélisation d'un service de transport dans un graphe horaire. Il est à ce stade nécessaire de définir ce qu'est un graphe horaire.

V.2.2 Théorie des graphes, indices et algorithmes

Contrairement à ce que son nom semble indiquer, la théorie des graphes n'est pas l'émanation d'un courant de pensée conceptuelle mais plutôt un arsenal d'instruments permettant de répondre à des questions précises. On peut d'ailleurs situer sa naissance en 1736 quand Leonard Euler a formalisé et résolu à l'aide d'un graphe le problème des sept ponts de Koenigsberg, démontrant qu'il était impossible de traverser une fois seulement chacun des ponts en revenant à son point de départ. La théorie des graphes est donc à l'origine un domaine des mathématiques, utilisé dans des domaines aussi variés que la biochimie, les sciences sociales ou l'application industrielle. C'est en fait la recherche opérationnelle des années 1950 et 1960 et son essor conjugué aux perfectionnements des outils informatiques qui a engendré un attrait massif pour la théorie des graphes (Mathis 2003b).
La recherche opérationnelle, en particulier aux Etats-Unis, s'est développée autour de résolutions de problèmes concrets d'origine par exemple militaire ou logistique. Ces problèmes se caractérisent souvent par leur taille : le nombre de solutions peut rendre impossible tout essai de résolution en utilisant l'algébrique simple. C'est pourquoi ce domaine a développé des méthodes efficaces et puissantes de résolution de problèmes. Ces méthodes des sciences dures ont ensuite été importées par les sciences humaines (analyse spatiale, aménagement, Mathis 2003b).
On considère que « *Les graphes constituent l'outil théorique le plus utilisé pour la modélisation et la recherche des propriétés des ensemble structurés. Ils interviennent à chaque fois que l'on veut représenter et étudier un ensemble de liaisons (orientées ou non) entre les éléments d'un ensemble fini d'objets* » (Beauquier, Berstel et Chrétienne 1992).
Ainsi, les graphes, s'ils ont d'abord servi à la représentation de relations immatérielles et de réseaux sociaux ou organisationnels, sont maintenant largement mobilisés pour modéliser les

relations physiques et donc les réseaux de transport (Mathis 2003b). La modélisation par graphe se situe sur deux plans différents : la représentation des réseaux et la résolution de problèmes relatifs aux transports (Mathis 2003b).

La puissance des graphes pour la représentation des relations tient à sa simplicité. De manière explicite et informelle, on pourrait définir le graphe comme un ensemble de points dont certains sont reliés par des lignes. Les points sont appelés nœuds ou sommets et les lignes arêtes. La représentation peut en être matricielle : la matrice d'adjacence est la matrice booléenne carrée dans laquelle figure les liens de contiguïté entre tous les nœuds du graphe. La valeur figurant dans la matrice est 1 si les nœuds sont reliés par au moins une arête ou 0 s'ils ne le sont pas. Mais les possibilités de représentation graphique sont plus intéressantes pour les relations physiques.

La représentation graphique des réseaux de transport par les graphes confère au modélisateur une grande liberté : il suffit de connaître le nombre de nœuds, le nombre d'arêtes et de savoir quels nœuds sont reliés par quels arêtes. Comme le souligne l'auteur français de référence sur les graphes, Claude Berge, « *Seul importe de savoir comment les sommets sont reliés.* » (Berge 1967). Cela signifie que la localisation relative des nœuds n'a aucune importance. En d'autres termes, la théorie des graphes n'a pas été créée pour modéliser la géographie des lieux.
Les modélisateurs des transports ont donc dû adapter les graphes aux problématiques géographiques et affiner la représentation. En particulier, il a fallu différencier les nœuds entre eux et les arêtes entre elles. Les nœuds ne sont en effet pas tous équivalents dans les systèmes de transport, ils peuvent être de taille, de forme ou de nature différente. L'information nodale est ainsi une question récurrente dans les modélisations des réseaux de transport par les graphes (Chapelon 1996). En particulier, la modélisation des réseaux de transport à des échelles différentes, qui représentent plus finement les déplacements, s'est récemment développée. La précision des paramètres spatiaux évoquée dans la partie précédente nécessite une modélisation des pré et des post-acheminements (déplacements précédants le départ du train et succédants à son arrivée par exemple). De plus, pour une précision encore plus grande, il est préférable de modéliser les temps d'attentes et les temps de parcours à l'intérieur des stations de transport. Par exemple, le temps de connexion pédestre entre l'arrivée en Gare du Nord et le départ du RER B est un facteur très important d'un déplacement que l'on appellera multi-échelle. La modélisation de la chaîne complète de déplacement est ainsi un objectif qui peut être réalisé à l'aide de graphes, sous réserve d'un outil de modélisation performant et adapté.

De la même manière, les arêtes diffèrent de longueur, de capacité, de nature (le mode de transport) ou même de sens. La théorie des graphes permet de représenter une partie de ces différences. En effet, un graphe orienté, ou digraphe, est défini comme un graphe dont les arêtes sont orientées, c'est-à-dire qu'elles ont un sens de fonctionnement, une origine et une destination. Ces arêtes s'apparentent à des flèches et sont appelées arcs. D'autre part, un

graphe valué donne un poids à ses arêtes, ce qui fait passer la matrice d'adjacence d'une formulation booléenne à une formulation numérique. Les calculs de distance sont donc possibles dans les graphes. Ils ont d'ailleurs souvent été utilisés pour mesurer des indicateurs d'accessibilité. L'addition du nombre d'arcs nécessaires pour accéder à un nœud ou la somme de la longueur de ces arcs ont servi de bases à différents indices rendant compte de l'accessibilité d'un nœud et ainsi des différentiels d'accessibilité au sein d'un graphe (indice d'accessibilité nodale, indice de Marchand…). Karl J. Kansky a formalisé beaucoup de ces indices et montré comment ils étaient applicables dans les modèles de transport (Kansky 1963). Ces indices (indice de connexité, de connectivité…) ont d'ailleurs pour partie été retenus dans le logiciel d'analyse de réseaux de transport CRAPO, introduit dans la partie I.3. L'intérêt des calculs permis par les graphes dans les analyses de transport a aussi été mis en lumière par Gabriel Dupuy (Dupuy 1985).

Outre ces considérations quant à la précision de la modélisation des caractéristiques du transport, la plus grande lacune initiale de la théorie des graphes pour la représentation des réseaux de transport est l'absence de la localisation. En l'état, comme le dit Philippe Mathis, « *la seule prise en considération dans la théorie des graphes de l'existence des sommets, de leur nombre et des relations entre eux, est insuffisante pour la modélisation des réseaux* » (Mathis 2003b page 22). La réduction des relations physiques à leur nature rétistique occulte en effet toute la morphologie des réseaux. Or la forme des réseaux joue un rôle important sur les déplacements (cf. le système de déplacement, Decoupigny 2000).
En plus de cette lacune, les graphes ne possèdent *a priori* aucune géolocalisation. Des méthodes de projection en trois dimensions ont permis de créer des graphes à référence géographique ou des graphes à référence spatiale, principalement utilisés pour prendre en compte les effets du relief et de la topographie (hydrographie, revêtement…Mathis 2003b, Serrhini 2000). Mais le problème principal des graphes est qu'ils représentent un espace fonctionnel sans aucune considération de ressemblance. Ainsi, le dessin d'un graphe n'est ni reproductible ni comparable (Mathis 2003b). Pour limiter ces défauts, rationaliser les représentations par les graphes et saisir toute la teneur de la morphologie des relations, il est alors nécessaire de modéliser les graphes dans un référentiel géographique. La modélisation doit être géoréférencée pour que le graphe soit modélisable dans un SIG.
Le respect des paramètres spatiaux doit aller de pair avec celui des paramètres temporels. Comme expliqué dans la partie précédente, le graphe doit permettre la modélisation de l'ensemble de la base de données horaires régionales.

Les graphes sont donc adaptés à la modélisation des transports sous réserve d'une prise en compte des paramètres spatiaux et temporels. De plus, les graphes permettent de résoudre des problèmes spécifiques au transport grâce à l'algorithmique.

Un algorithme est une série de tâches qui s'exécutent en vue de donner une réponse à un problème posé. Les algorithmes se sont largement développés en parallèle des progrès de l'informatique. Cependant, malgré des puissances de calcul importantes, certains algorithmes

ont une complexité telle que la solution ne peut être obtenue en un temps raisonnable. Des solutions optimales sont alors calculées, représentant les solutions les plus proches possibles de la solution visée. Toutes les combinaisons possibles ne sont pas systématiquement testées, ils suivent des choix que l'on appelle heuristique dans ce cas. Il faut ainsi bien avoir à l'esprit que les algorithmes donnent des résultats optimaux ou parfois sous-optimaux, qui ne sont pas des résultats mathématiques absolus.

Il existe de nombreux algorithmes utilisés dans la théorie des graphes concernant les problèmes de hiérarchie des nœuds (algorithmes de recouvrement : Prim, Kruskal…) ou de trafic (algorithme du flot maximum de Ford-Fulkerson), mais parmi les problèmes les plus anciens et les plus riches en application il faut citer ceux qui sont relatifs au cheminement.

En particulier, le problème du plus court chemin a engendré un grand nombre d'algorithmes qui peuvent être mobilisés pour des calculs d'accessibilité. Le problème est de trouver pour tout couple de nœuds le plus court chemin entre eux, dans les deux sens, dans un graphe valué ou non, étant entendu que le chemin est la succession d'arcs reliant une origine à une destination. L'intérêt de cet algorithme est le calcul systématique de la distance entre les nœuds. Pour simuler un comportement de déplacement, il est nécessaire de poser certaines hypothèses. Or dans un graphe, il peut exister un grand nombre de chemins différents entre un nœud et un autre. L'hypothèse qui sous-tend tout calcul de distance (ou d'accessibilité) dans un graphe représentant un réseau de transport est celle du plus court chemin. Autrement dit, on considère que l'individu se déplaçant d'un nœud à un autre connaît et prend systématiquement le trajet le plus court. La modélisation étant fondée sur des critères temporels, dans notre cas il s'agira du trajet le plus court en termes de durée. Cette hypothèse paraît tout à fait acceptable si on ne tient pas compte du prix du transport. En effet, un trajet en transport collectif à l'échelle régionale est souvent guidé par la volonté de minimiser le temps de parcours. L'information est assez accessible que ce soit sur Internet ou dans les stations de transport et il est rare que les usagers réguliers aient à cette échelle un comportement de non minimisation. Seul le facteur économique peut alors faire abandonner le chemin minimal en termes temporels au profit d'un autre. Encore une fois, à l'échelle régionale, les différences de prix sont minimes. Concernant les déplacements urbains, les différences vont de la même manière se faire entre les abonnés et les autres, plus que selon les chemins possibles. Il semble peu probable qu'un usager multiplie son temps de trajet par 1,5 pour économiser moins d'un euro.

La seule situation où l'hypothèse du plus court chemin pose problème est celle de la CUNCA. En effet, les cars proposaient en 2007 un service plus rapide que les lignes de bus urbains pour un déplacement qui pouvait être similaire (même origine et même destination) et un prix supérieur. C'est aussi le cas des navettes entre l'Aéroport et la gare de Nice, qui coûtent quatre euros contre 1 euro pour les bus urbains classiques. Tous les réseaux ont été modélisés et l'analyse prendra en considération cette différence de prix.

Les algorithmes du plus court chemin permettent ainsi de définir des accessibilités entre un couple de nœuds. Ils sont basés sur le principe de sous-optimalité, ce qui veut dire que pour chaque nœud *x* intermédiaire dans le plus court chemin entre l'origine *o* et la destination *d*, le sous-chemin entre *o* et *x* est le plus court chemin entre *o* et *x*.

Le travail de l'algorithme sera donc de tester tous les chemins entre *o* et ses voisins afin de déterminer le plus court et le nœud correspondant *x*, puis de faire de même avec les voisins des voisins, et ainsi de suite jusqu'à atteindre *d*. Il existe de nombreux algorithmes de chemins minimaux, comme celui de Bellman-Ford, particulièrement puissant, ou celui de Floyd-Warshall, qui a la particularité de reconstituer son chemin par l'intermédiaire de ce que l'on appelle la matrice des précédents. L'algorithme de Floyd est ainsi notamment très utilisé dans les calculs de chemins minimaux pour les graphes routiers, dans lesquels il permet de reconstituer le déplacement routier entre deux nœuds. Ces algorithmes présentent néanmoins l'inconvénient d'être fortement chronophages. L'algorithme de Dijkstra-Moore se distingue par sa simplicité et son économie de temps. Il est cependant d'utilisation plus restreinte : le graphe doit être orienté, connexe (on peut atteindre n'importe quel nœud à partir de n'importe quel autre) et les arcs de valeur positive ou nulle. Ces conditions remplies, l'algorithme de Dijkstra se distingue par le fait qu'il ne teste qu'une seule fois les arcs plus longs que l'arc de référence et les relâche aussitôt sans les stocker, contrairement à celui de Floyd qui nécessite plusieurs bouclages (voir à ce sujet Baptiste 2003 ou Bozzani 2005). Le résultat n'en est pas moins optimal. L'algorithme de Dijkstra permet donc une production efficace d'un grand nombre de calculs d'accessibilité.

A l'aune des considérations techniques présentées dans cette partie, notre outil doit :
- permettre la modélisation des réseaux de transport dans un **graphe ;**
- prendre en compte la **chaîne complète de déplacement**, y compris les cheminements piétons en station ;
- modéliser différents modes de transport collectifs ainsi que **l'ensemble des horaires** associés ;
- intégrer une géolocalisation dans un **SIG** ;
- utiliser **l'algorithme des chemins minimaux de Dijkstra** pour effectuer des calculs d'accessibilité.

V.2.3 Procédés méthodologiques de simulation d'un service de transport

Le logiciel MapNod, développé au CESA par Laurent Chapelon et Alain l'Hostis dans les années 1990 (Map et Nod séparément à l'époque), puis constamment amélioré depuis, contient la réponse méthodologique aux impératifs présentés dans la partie précédente, à savoir la nécessité de modéliser l'ensemble des horaires sur une journée.

La principale caractéristique de MapNod, qui le rend à notre connaissance unique dans les modèles de transport est la constitution d'un graphe horaire, *Scheduled Graph* en anglais, parfois traduit par graphe temporisé (Baptiste 2003). Le logiciel Chronomap utilise la même approche mais à l'échelle urbaine (Piché et Chapleau 2005) et DAVISUM n'effectue pas des calculs de chemins minimaux automatisés sur tous les nœuds simultanément. Le graphe

horaire se caractérise par la liaison des horaires au graphe. Cette performance est rendue possible par la constitution d'un *p*-graphe. Claude Berge définit ainsi le *p*-graphe: « *si* […] *le nombre d'arcs qui va d'un sommet* ***xi*** *à un sommet* ***xj*** *ne peut jamais excéder un entier* ***p****, on dira qu'on a un p-graphe* » (Berge 1983). Le *p*-graphe est donc un graphe dans lequel plusieurs arcs ont la même origine et la même destination tout en conservant sa planarité. Il faut en fait visualiser le *p*-graphe en trois dimensions : *p* représente alors le nombre de couches d'arcs s'entassant les unes sur les autres entre deux nœuds. On voit l'intérêt de la méthode : chaque mission entre un couple de nœuds, c'est-à-dire chaque relation physique **à un moment donné de la journée** représente un arc. Si les nœuds A et B sont reliés par sept trains dans une journée, alors sept arcs ayant pour origine A et pour destination B seront modélisés. La dimension *p* représente en quelque sorte le temps, dimension ajoutée à la modélisation spatiale. Le *p*-graphe permet donc de modéliser l'ensemble des missions d'une journée, c'est-à-dire l'ensemble des horaires de transport d'une journée. Précisons qu'eé la prépondérance des déplacements de type domicile - travail dans notre analyse, les horaires sont ceux du jour ouvrable de base, soit un mardi ou un jeudi travaillé, ni le premier du mois, ni le dernier.

Outre l'intégration des horaires, MapNod permet une modélisation satisfaisante du service de transport. L'ensemble des modes collectifs sont modélisés, avec en plus la marche à pied. Les cheminements dans les stations sont modélisés comme des arcs pédestres, plusieurs nœuds figurant la gare, l'arrêt de métro ou de bus etc., **la désagrégation étant complète**. Les pré et post-acheminements piétonniers sont aussi modélisés. La longueur de ces arcs est tant que possible vérifiée sur le terrain chronomètre à la main. Pour de rares cas un temps forfaitaire de connexion entre modes au sein d'un seul et même nœud peut être attribué.
Les différents modes de transports sont modélisés de manière différente dans MapNod à l'aide des **binômes fonctionnels**.

Dénomination des binômes fonctionnels (modes de transport)

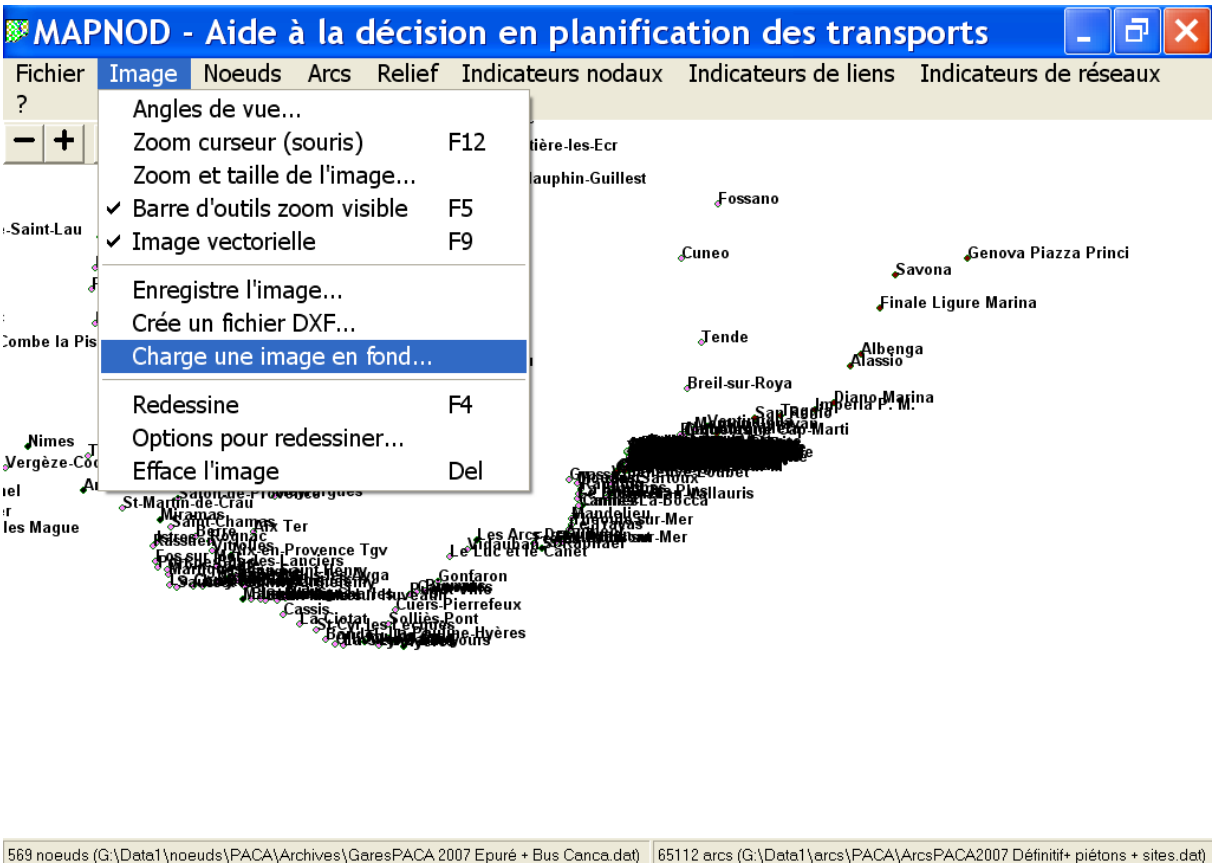
Retour vers la page d'accueil

Code	Nom	Vitesse moyenne	Horaires possibles
1	Avion		Oui
2	Ferry	37 km/h	
3	T.G.V. en site grande vitesse	220 km/h	Oui
31	T.G.V. en site ferroviaire classique	120 km/h	Oui
4	Train grandes lignes - T.E.R.	110 km/h	Oui
41	Train de type autorail	75 km/h	Oui
51	Train de type navette gare bis-gare centrale	60km/h	
6	Autoroute V.I. (4 voies)	110 km/h	
602	Autoroute P.L. (4 voies)	75 km/h	
61	Voie express V.I. (4 voies)	90 km/h	
612	Voie express P.L. (4 voies)	65 km/h	
63	Voie express urbaine V.I.	65 km/h	
7	Route 70 V.I. (2 ou 3 voies)	70 km/h	
702	Route 55 P.L. (2 ou 3 voies)	55 km/h	
71	Route 60 V.I. (2 voies)	60 km/h	
712	Route 40 P.L. (2 voies)	40 km/h	
72	Route 50 V.I . (2 voies)	50 km/h	
722	Route 30 P.L. (2 voies)	30 km/h	
62	Rocade urbaine V.I. (4 voies)	50 km/h	
622	Rocade urbaine P.L. (4 voies)	40 km/h	
74	Boulevard urbain V.I.	35 km/h	
742	Boulevard urbain P.L.	20 km/h	
75	Rue V.I. (2voies)	25 km/h	
752	Rue P.L. (2voies)	15 km/h	
8	T.C. de type métro (Paris)	24 km/h	
811	Bus urbain dense	8 km/h	
812	Bus urbain	15 km/h	
813	Bus sub-urbain	25 km/h	Oui
821	Tram urbain	18 km/h	
822	Tram sub-urbain	45 km/h	Oui

Figure V- 3 : Les binômes fonctionnels Source : http://mapnod.free.fr

Les binômes fonctionnels consistent en l'identification des modes de transport par un code à quatre chiffres, auquel MapNod associe une vitesse, un nom, une trame (couleur et épaisseur de l'arc dans la représentation) et des horaires ou non. La figure V-3 montre quels modes peuvent être associés à un fonctionnement horaire. Pour les autres, c'est un calcul de durée par rapport à la distance et la vitesse qui est opéré. En effet, la distance est calculée par MapNod car le graphe est géolocalisé dans un SIG.

MapNod contient des paramètres de projection qui permettent de géolocaliser le graphe. À chaque nœud est associé des coordonnées (x,y) correspondant à des localisations en kilomètres. La digitalisation du graphe peut se faire dans MapNod à l'aide d'un module de reconnaissance des coordonnées. Il suffit de coller en fond d'écran une carte représentant le territoire modélisé. Ensuite, la digitalisation des deux extrémités (les deux nœuds les plus éloignés en distance kilométrique) du graphe va permettre à MapNod de caler le graphe sur un système de coordonnées géographiques. La création de tous les autres nœuds s'accompagne d'une création spontanée des coordonnées dans le maintien de la spatialité.


MAPNOD - Aide à la décision en planification des transports
Fichier
Image
Noeuds
Arcs
Relief
Indicateurs nodaux
Indicateurs de liens
Indicateurs de réseaux
?
Angles de vue...
Zoom curseur (souris) F12
Zoom et taille de l'image...
Barre d'outils zoom visible F5
Image vectorielle F9
Enregistre l'image...
Crée un fichier DXF...
Charge une image en fond...
Redessine F4
Options pour redessiner...
Efface l'image Del
Fossano
Cuneo
Genova Piazza Princi
Savona
Finale Ligure Marina
Tende
Albenga
Alassio
Breil-sur-Roya
Diano Marina
Nimes
Vergèze
St-Martin-de-Crau
Miramas
Salon-de-Provence
Aix Ter
Aix-en-Provence Tgv
Gonfaron
Cuers-Pierrefeux
Cassis
Sollies-Pont
Le Luc en Provence
Les Arcs
Draguignan
Fréjus
Saint-Raphaël
Mandelieu
Cannes
Antibes
Grasse
Menton
Vallauris
Golfe-Juan
Vallauris-Golfe-Juan
Cagnes-sur-Mer
Le Cannet
Saint-Laurent-du-Var
Nice
Nice Ville
Nice Riquier
Nice Saint-Augustin
Nice Aéroport
Nice Saint-Roch
Nice Thiers
Nice Saint-Jeanet
Nice Saint-Isidore
Nice Saint-Sylvestre
Nice Saint-Pierre-de-Féric
Nice Saint-Pierre-de-Féric
Nice Saint-Pierre-de-Féric

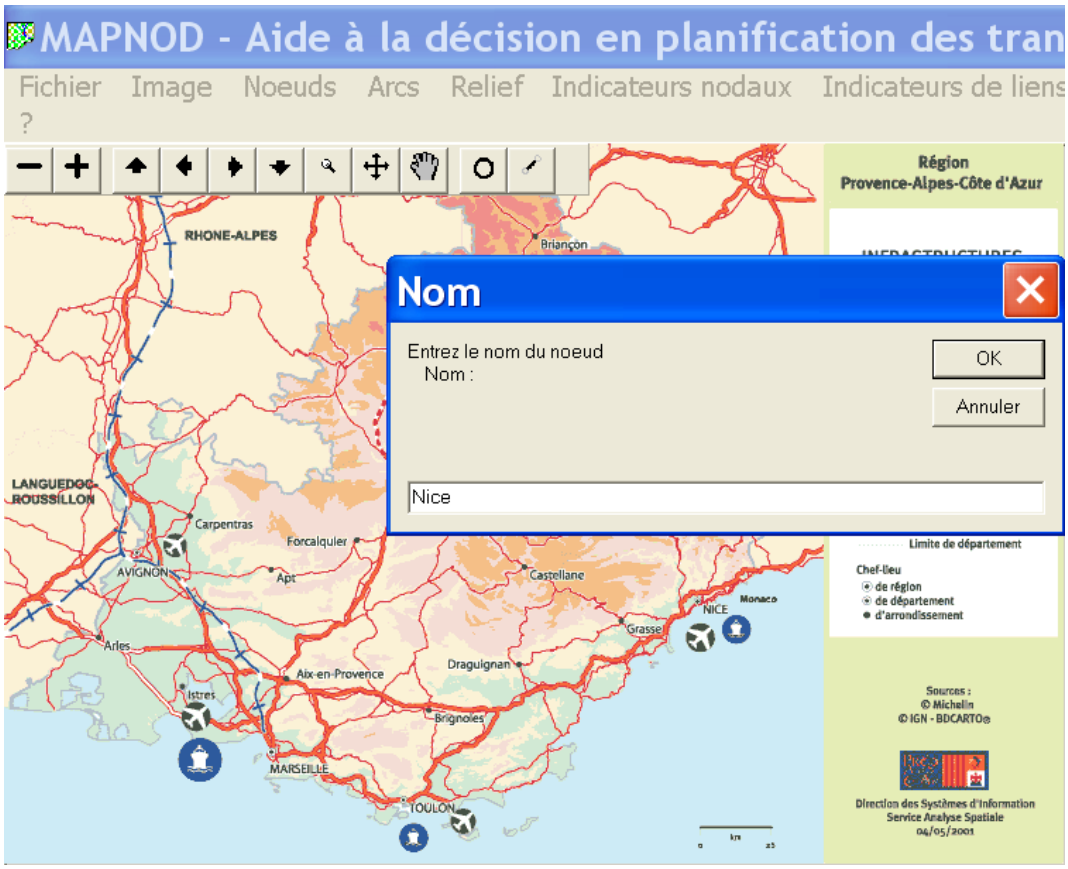


Figure V- 5 : Digitalisation des extrémités du graphe dans MapNod

A partir d'une liste de nœuds géoréférencés existants, il suffit de modifier les coordonnées. Ces coordonnées permettent le calcul des distances qui va permettre d'attribuer une durée aux arcs à fonctionnalité permanente, étant donnée la vitesse contenue dans les binômes fonctionnels.

MapNod permet donc la modélisation d'un graphe horaire spatialisé représentant les réseaux de transport collectif d'une région. Son fonctionnement est assez bien décrit sur le site internet http://mapnod.free.fr et surtout dans la thèse de Sandra Bozzani-Franc (Bozzani 2005). Nous proposons une description simplifiée des processus de modélisation (figure V-5).

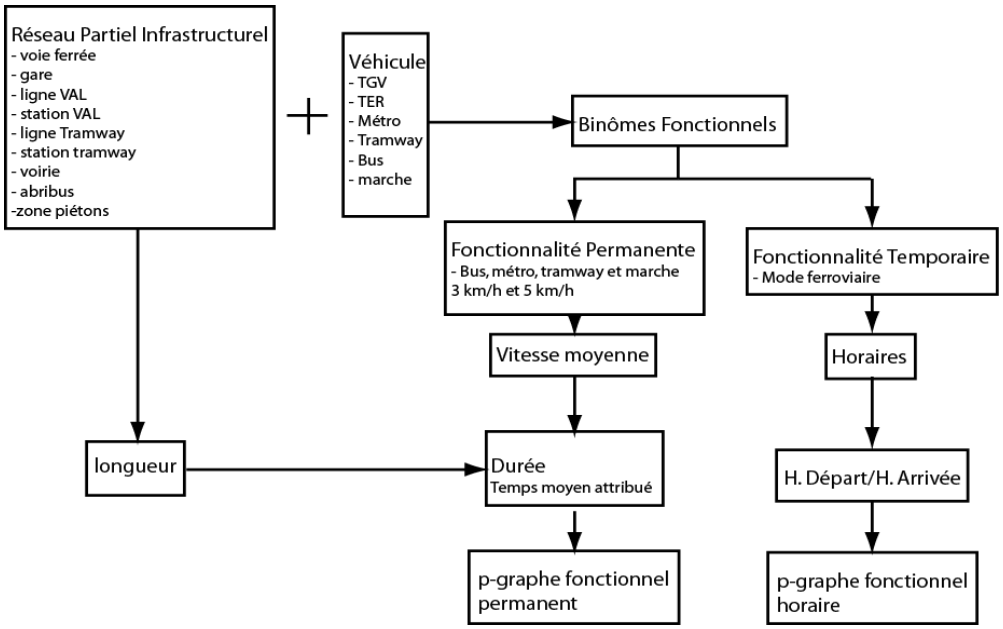


Figure V- 6 : Schéma simplifié du fonctionnement de MapNod (inspiré de Bozzani 2005)

Le modèle contient en fait 3 *p*-graphes : infrastructurel, fonctionnel permanent et fonctionnel horaire.

MapNod fonctionne sur la combinaison de deux fichiers par graphe : un fichier nœuds et un fichier arcs. MapNod nécessite de charger successivement ces deux fichiers pour travailler sur un graphe. Le fichier nœud se structure comme le montre la figure V-7.

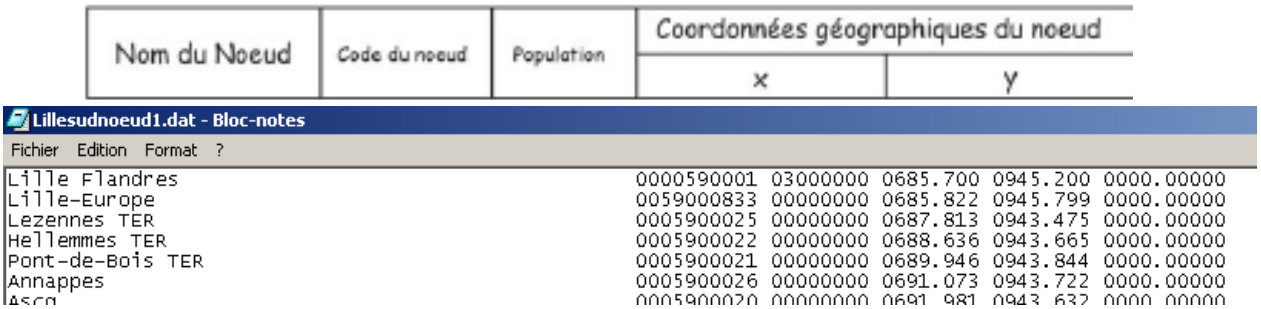


Figure V- 7 : La structure du fichier nœuds dans MapNod (Bozzani 2005 + extrait fichier)

Le fichier nœuds contient en particulier un identifiant qui assure la reconnaissance de son nom, de ses coordonnés et de ses arcs incidents (ceux qui le relient à un autre nœud).

Le fichier arcs contient des informations sur les infrastructures et les services de transport.

Code du noeud d'origine	Code du noeud de destination	Code du binôme	Longueur kilométrique	Durée du parcours	Information du mode			Nom noeud d'origine	Nom noeud de destination
					Heure départ	Heure arrivée	Jour de circulation		

Tram-train LSS-Ascq.txt - Bloc-notes

Fichier Edition Format ?

```
0000002007 0000005916 0822 0000.000 0005 0600 0605 0000000 003001 Lille Sain Petit Ma
0000005916 0005900022 0822 0000.000 0003 0605 0608 0000000 003001 Petit Ma Hellemme
0005900022 0005900021 0822 0000.000 0003 0608 0611 0000000 003001 Hellemme Pont-de-
0005900021 0005900026 0822 0000.000 0003 0611 0614 0000000 003001 Pont-de- Annappes
0005900026 0005900020 0822 0000.000 0002 0614 0616 0000000 003001 Annappes Ascq
0000002007 0000005916 0822 0000.000 0005 0620 0625 0000000 003002 Lille Sain Petit Ma
0000005916 0005900022 0822 0000.000 0003 0625 0628 0000000 003002 Petit Ma Hellemme
```

Figure V- 8 : La structure du fichier arcs dans MapNod (Bozzani 2005 + extrait de fichier)

La figure V-8 montre de quelle manière les arcs figurent les relations entre les nœuds. Le code du binôme fonctionnel renvoie aux informations sur le mode de transport comme expliqué précédemment mais le nombre le plus important est celui de la neuvième colonne. C'est le numéro de mission, qui permet de retrouver un véhicule tout au long de son service du départ à l'arrivée et dans tous les nœuds intermédiaires. Le numéro de mission est associé à une origine, une destination, une heure de départ et une heure d'arrivée. En ce qui concerne les arcs à fonctionnalité permanente, la neuvième colonne se présente de la manière suivante : 000000.

MapNod permet donc une modélisation à la fois spatiale et temporelle, à la fois infrastructurelle et fonctionnelle des réseaux de transport en associant un fichier nœuds et un fichier arcs. Si le fichier nœud s'obtient par digitalisation ou attribution des coordonnées, le fichier arc nécessite les horaires de transport. Pour ce faire, la première étape est l'obtention des horaires. Une grande partie du travail de terrain de cette thèse a ainsi été consacrée à la recherche d'une méthode d'obtention des données horaires.

La première méthode est l'obtention des **fiches horaires** destinées aux usagers au format Excel, PDF (ou à défaut, au format papier scanné par la suite). Le meilleur procédé est d'obtenir les fiches en Excel mais elles ne sont pas toujours disponibles. Notons bien que dans le cas où les gestionnaires des réseaux sont récalcitrants à la distribution de leurs horaires, la seule solution est le scan ou la collecte des données sur Internet. Ces fiches horaires sont transformées sous Excel (le passage de PDF à Excel se fait par le logiciel gratuit PDF2Excel) en **tableaux horaires**. La différence tient dans la présentation : la fiche horaire présente une logique par arrêt alors que le tableau horaire (figure V-9) présente une logique par mission. L'essentiel du travail est alors la génération des codes nœuds et des codes missions, étant donné le nombre d'arrêts possédant le même nom par exemple (« Église » étant sans doute le plus répandu).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
1		842604	842304	842308	2008	848808	**842824**	846511	842608	2014	844705	844713	846515	842613	846405	844105	844805	844903	844109	842828	844809	846407	844813	844113
2	**Lille-Flandres**															**6:18**	**6:27**	**6:41**	**6:51**		**7:01**		**7:16**	**7:21**
3	Lille-Europe																							
4	La Madeleine															6:24			6:57					7:27
5	Saint-André															6:26			6:59					7:29
6	Pérenchies															6:31			7:04					7:34
7	Armentières															6:36	6:41	6:55	7:09				7:30	7:39
8	Nieppe																	6:59					7:34	
9	Steenwerck																	7:02					7:38	
10	Bailleul																6:50	7:07					7:42	
11	Strazeele																	7:13					7:48	
12	**Hazebrouck**																**7:01**	**7:19**			**7:31**		**7:54**	
13	**Hazebrouck**										**6:10**	**6:56**			**7:08**			**7:21**				**7:40**		
14	Cassel										6:19	7:04						7:30						
15	Arnèke										6:25	7:10						7:35						
16	Esquelbecq										6:31	7:15						7:40						
17	Bergues										6:39	7:21			7:27			7:47				8:00		
18	Coudekerque										6:45	7:26												
19	Dunkerque										6:48	7:29			7:34			7:53				8:07		
20	**Hazebrouck**							**5:45**					**6:34**				**7:03**				**7:33**		**7:56**	
21	Ebblinghem												6:42				7:10							

Figure V- 9 : Un exemple de tableau horaire, extrait du fichier des arcs ferroviaires du Nord-Pas-de-Calais en 2007

A partir des tableaux horaires, une macro-instruction écrite en Visual Basic for Applications dans le logiciel Excel permet de transformer les tableaux horaires en fichiers arcs, comme le montre la figure V-10. La liste des nœuds et de leurs identifiants et l'activation de la macro par le bouton produit un fichier arc tel qu'il a été présenté dans la figure V-6.

A	B	C	D	E	F	G	H	I
				Horaires éliminés		Code du mode :	41	
Calais	Calais	6204		Horaires retenus		(4=Train, 41=TER, 813=bus)		
Hazebrouck	Hazebrouck	5960						
Dunkerque	Dunkerque	5902						
Hazebrouck	Hazebrouck	5960						
Hazebrouck	Hazebrouck	5960						
Steenbecque	Steenbecque	5957801						
Thiennes	Thiennes	5959001						
Isbergues	Isbergues	6247301						
Ham-en-Artois	Ham-en-Artois	6240701						
Lillers	Lillers	6251601		Version 3: suppression des blancs avant et après les noms avec MID				
Chocques	Chocques	6222401		Version4: ajoute 24 heures aux horaires du jour d'après				
Fouquereuil	Fouquereuil	6234901		Version 5: code couleur				
Béthune	Béthune	6202		Version 6: accepte plusieurs formats de cellulles horaires dans les feuilles Excel				
Noeux	Noeux	6261701						
Mazingarbe	Mazingarbe	6256301						
Bully	Bully	6218601						
Liévin	Liévin	6251001						
Loos-en-Gohelle	Loos-en-Gohelle	6252801						
Lens	Lens	6278						
Avion	Avion	6206501						
Vimy	Vimy	6286101						
Farbus	Farbus	6232401						
Bailleul-Sire-Berthoult	Bailleul-Sire-Berthoult	6207301						
Arras	Arras	6200						

Créer le fichier d'arcs global (avec identifiants de trains version 6.2)

Figure V- 10 : La production du fichier arcs pour MapNod à partir d'Excel

Les inconvénients de cette méthode sont liés aux bases de données disponibles (les horaires présentés au public sont souvent simplifiés, et d'autre part la transformation d'un fichier PDF image en Excel est impossible) et surtout au bon vouloir des gestionnaires de réseau (les PDF sont parfois protégés de la copie). Si cette méthode, bien que chronophage, peut convenir sur un réseau urbain, pour les réseaux ferroviaires régionaux elle est insuffisante. En effet, le seul mode de diffusion des horaires de la SNCF, hormis les guides papiers est Internet. Les

Compact Disc contenant les horaires n'ont en effet pas été disponibles dans la temporalité du présent travail.
A défaut de scanner tous les guides horaires régionaux, l'accent a donc été mis sur l'extraction de données internet. La cible n'en a pas été le site www.voyage-sncf.fr, bien connu des usagers, mais le plus complet et d'envergure européenne (rappelons que la recherche concerne des gares belges, britanniques et italiennes) http://bahn.de, connu sous le nom de *die bahn*.

L'extraction des horaires dans Die Bahn a donné lieu à deux tentatives méthodologiques, dans la lignée des travaux de Sandra Bozzani-Franc et Alain L'Hostis sur le site d'horaires d'avion Amadeus.

L'objectif de ces méthodes est de simuler de manière automatisée le comportement d'un usager des sites Internet concernés jusqu'à obtenir l'information désirée. Dans notre cas, la navigation dans le site Die Bahn doit s'arrêter à la page qui contient le détail de la mission du train, dont l'interface est reproduite sur la figure V-11. Afin d'obtenir l'ensemble des missions pour une région concernée, nous avons mis au point une méthode de requêtes basées sur une liste de gares représentant l'ensemble des terminus possibles. En effet, l'examen des infrastructures et des services montre que dans chaque région, une dizaine de gares bornent l'ensemble des missions ferroviaires. L'idée est donc d'interroger deux à deux l'ensemble de ces gares dans les deux sens et pour toutes les heures afin de reconstituer l'ensemble de la base de données régionale. Un grand nombre de requêtes est donc demandé, et cela nécessite une automatisation.

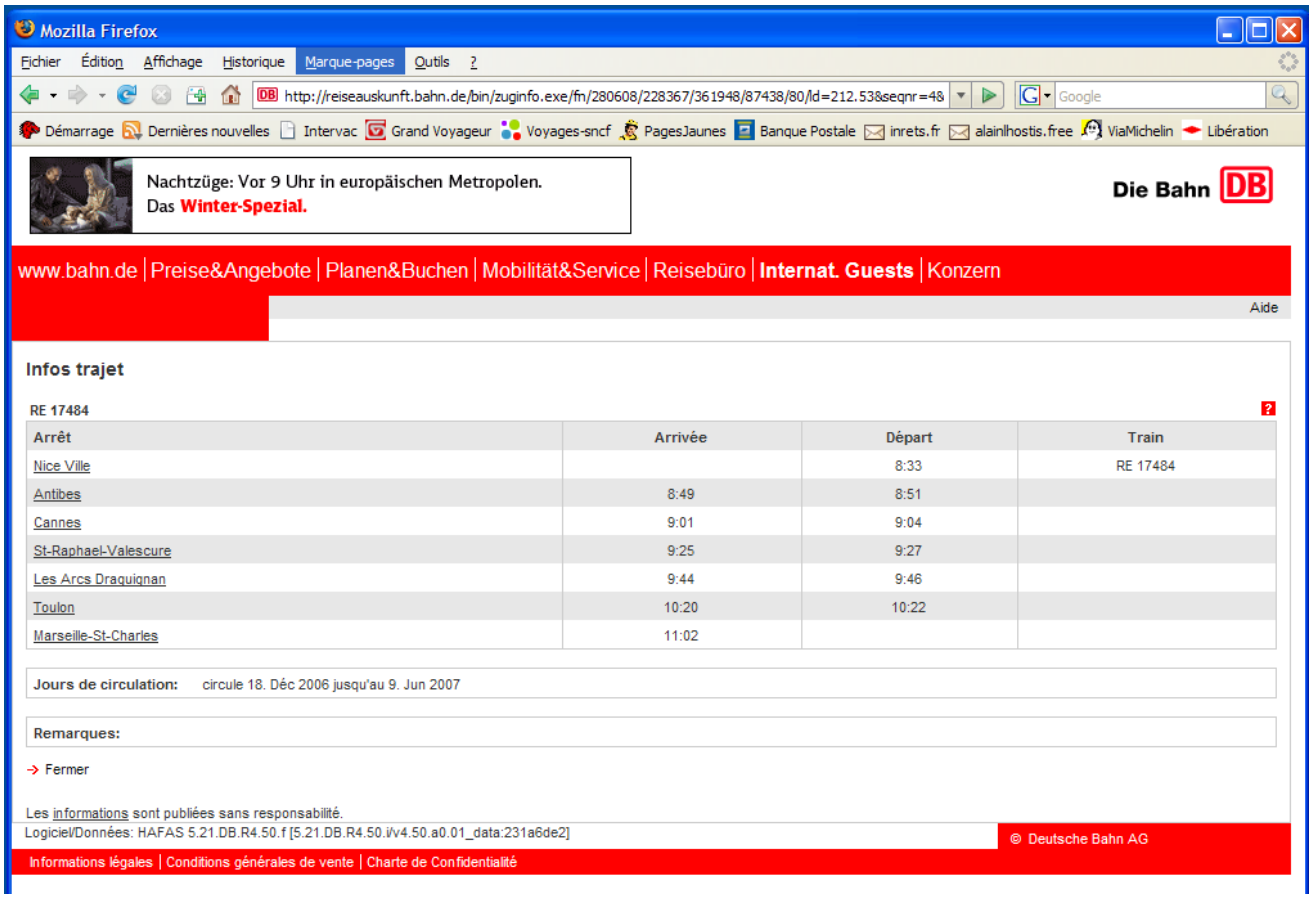
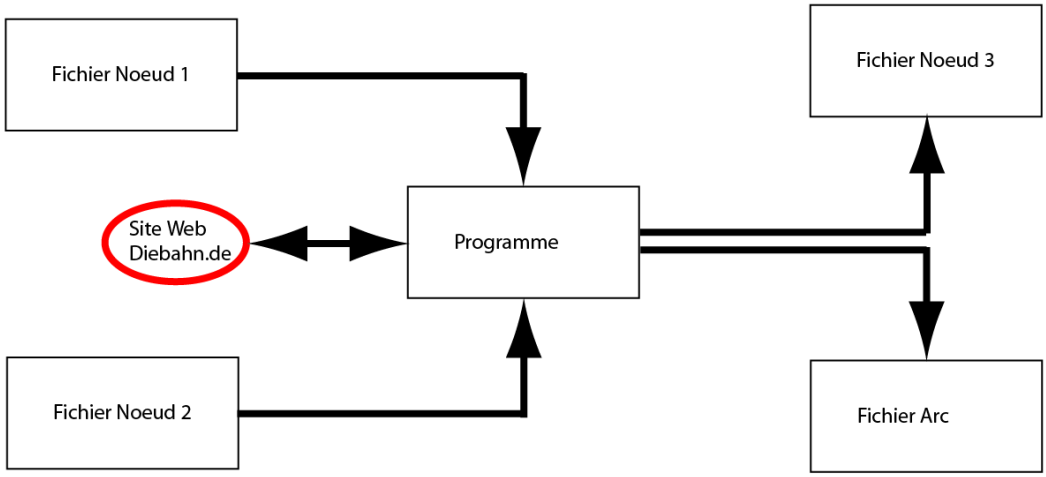


Figure V- 11 : L'interface web du site Die Bahn

La première piste explorée fut le logiciel VisualWebTask, commercialisée par la firme Lencom, qui propose une automatisation du *Parsing*, c'est-à-dire l'extraction de données sur internet. En étudiant les pages web et les codes html, nous avons construit une méthode qui, par attribution de paramètres de code html directement dans l'url, simule le comportement d'un utilisateur de Die Bahn qui navigue jusqu'à trouver la page de la mission. Si, après de nombreux essais, l'extraction semblait fonctionner, l'automatisation de l'implémentation des paramètres dans VisualWebTask posait encore problème.

C'est à ce moment là qu'une troisième méthode est finalement venue supplanter les autres. La coopération avec un étudiant en informatique a permis le développement d'un programme *ad hoc* écrit en Java réalisant l'extraction automatisée des missions sans passer par VisualWebTask. Les procédures permettent la navigation et l'extraction des données sur la base de l'interface graphique du site Die Bahn. Si le logiciel, appelé Shadock en référence à sa fonction de pompe à données, fonctionne parfaitement dans la configuration du site en 2007, la moindre modification de l'interface le rend caduc. Dans ce domaine, le développement des techniques est encore à faire et cela peut constituer un axe de recherche futur important.
La structure de la procédure est représentée sur la figure V-12.



Alexis Conesa 2009

Figure V- 12 : La procédure d'acquisition des données horaires pour modélisation dans un graphe horaire

En *input*, le programme a besoin :
- d'un fichier nœud (1) représentant la liste des gares à traiter, soient toutes les gares terminus de la région ainsi qu'un code correspondant ;
- d'un autre fichier nœud (2), contenant en plus la liste des gares intermédiaires, en prévision du codage des données de sortie.

Shadock fonctionne en interrogeant le site de manière automatisée à partir du fichier nœud 1 (interrogation de tous les couples de villes possibles de la liste, semblable à la structure d'une matrice carrée). La construction du programme inclut des allers-retours entre le site et les instructions, afin de constituer une base de données complète (la requête débute à 00h00, puis le *parser* renseigne sur l'heure du train suivant, qui va constituer, en compagnie du couple de villes, la requête ultérieure).

En *output*, le programme range cette information dans deux fichiers :
- un autre fichier nœud (3), contenant toutes les gares nouvelles qui sont apparues au gré des requêtes sans avoir été prévues dans le fichier nœud 2 et qu'il faut associer à un code dans MapNod ;
-un fichier arc, liste de tous les arcs, donc toutes les missions aux différentes heures entre tous les couples de villes.

On remarquera que par rapport à la méthode initiale, celle-là ne nécessite pas le passage par Excel.

La modélisation dans MapNod apparaît ainsi comme particulièrement adaptée à notre objectif d'estimation du potentiel de structuration territoriale à partir de l'analyse des accessibilités des réseaux de transport collectif. Ce modèle peut être qualifié de **descriptif** même si la

dimension explicative n'est pas tout à fait occultée. C'est un outil d'aide à la décision qui se place dans une dimension **stratégique** des évaluations de transport, c'est-à-dire qu'on peut représenter l'impact d'une modification de l'offre à long terme, voir (Bhouri et Scemmama 2002). Si le niveau d'observation est **multiscalaire** il varie du déplacement piéton décamétrique (et même moins : la distance entre l'arrêt de la ligne 1 du Val et l'arrêt de la ligne 2 à la station Gare Lille Flandres est de 3 ou 4 mètres tout au plus et peut se parcourir en quelques secondes lors d'une correspondance) au déplacement interrégional (Le Grenoble - Milan est le plus long modélisé). En revanche l'approche est **désagrégée** et ce sont bien les comportements potentiels des individus qui font émerger des structures spatiales, on parlera ainsi de modèle *bottom-up*. Il est cependant nécessaire de remarquer que, contrairement aux modèles SMA, nous ne simulons pas à proprement parler des comportements individuels mais plutôt les conditions d'utilisation potentielle d'un service de transport au niveau individuel. La partie suivante fera le point sur notre intégration des comportements humains, mais il convient de préciser que l'absence de règles comportementales détaillées et complètes incite à la rigueur dans l'interprétation des résultats. L'objectif est alors moins descriptif que **prospectif**, puisque nous établissons des potentiels d'appropriation pouvant être activés ou non dans le futur.
Enfin, bien qu'admettant la complexité des processus en jeu, le modèle n'intègre aucune valeur aléatoire, en cela il est à structure **déterministe**.

La méthode décrite dans cette partie a donc permis la modélisation de deux réseaux de transport collectif régionaux dont voici les paramètres :

Nord-Pas-de-Calais (figure V-13)
- 1378 nœuds et 62 442 arcs
- Réseau ferroviaire obtenu par Shadock et la procédure associée sur la base d'un jeudi de Novembre 2007 (TER en rose et TGV en marron). Le découpage correspond à une vision régionale élargie, afin d'intégrer les relations de Nord-Pas-de-Calais avec son environnement. Le graphe inclut donc Reims, Rouen, Charleville-Mézières, Ostende, Anvers et Liège dans leurs relations ferroviaires avec la région.
- Des problèmes de changement d'interface du site Die Bahn ont empêché l'extraction complète de tous les horaires de TGV. En particulier, le service Eurostar et une grande partie des TGV vers Bruxelles et Paris ont été saisis manuellement à partir des archives papier (indicateurs horaires SNCF) recueillies au centre de documentation de la SNCF nommé SARDO et situé à Paris.
- Les réseaux départementaux de cars du Pas-de-Calais (de couleur grenat) ainsi que les réseaux de bus des intercommunalités de l'Arc Sud (en jaune) et le tramway de Valenciennes (en saumon) ont été modélisé par un étudiant de Master 2 RESAD de l'UFR de Géographie de Lille 1 lors d'un stage à la Mission Bassin Minier sous la tutelle de Marc Dezetter. La conciliance et l'aide des gestionnaires de transport concernés ont rendu possible cet exercice. Pour être tout à fait complet, signalons que certaines lignes ont été simplifiées étant donné le grand nombre d'arrêts dans des zones rurales peu concernées par la métropolisation.

- Le VAL a été modélisé comme un mode à fonctionnalité permanente. En effet, la grande fréquence (une rame toutes les minutes en heures de pointe) rend inutile la modélisation horaire. Nous avons donc considéré que le temps d'attente était négligeable et les interstations sont valuées d'une ou deux minutes selon les indications du site Internet du gestionnaire des transports de la LMCU : Transpole (www.transpole.fr).
- Enfin, les arcs pédestres (en vert) assurent les connexions entre modes. La figure V-14 montre comment l'interconnexion Train-VAL est assurée par des arcs pédestres entre les gares centrales de Lille et les stations de VAL correspondantes.

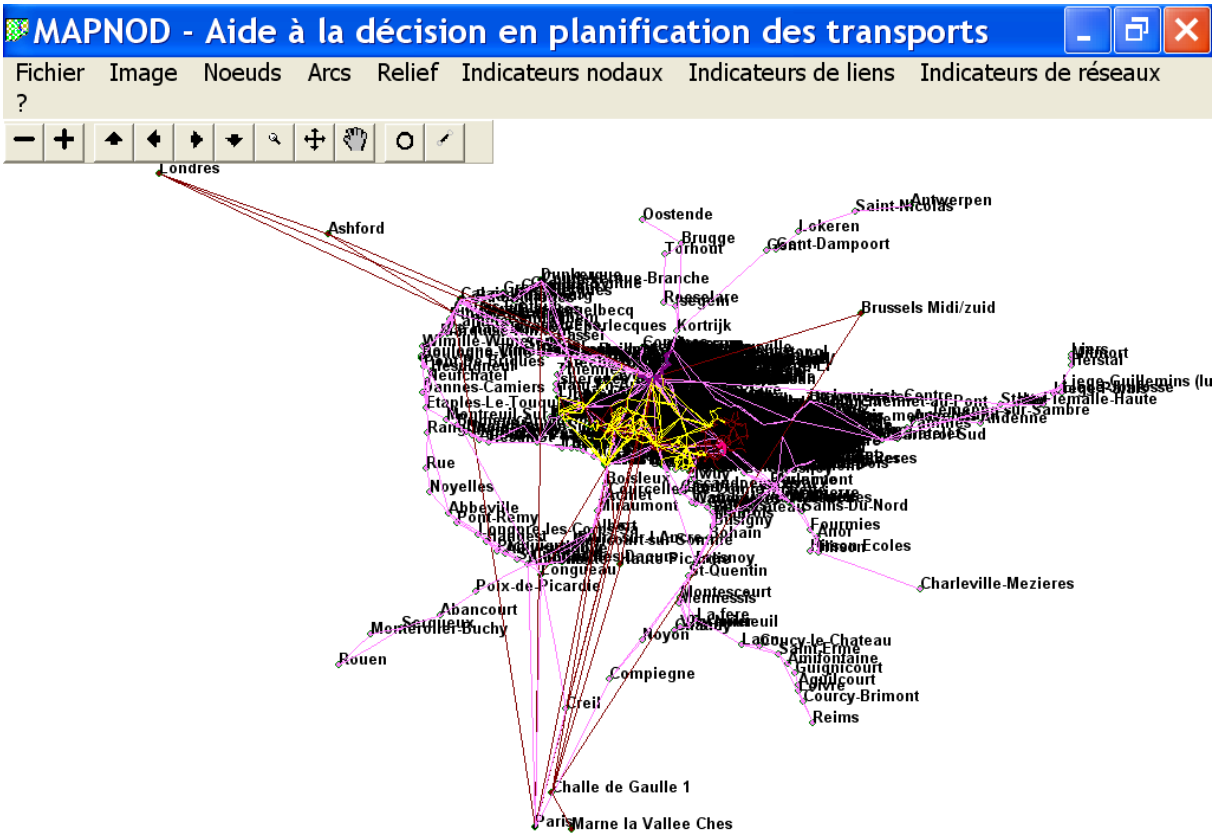


Figure V- 13 : le graphe de transport collectif du Nord-Pas-de-Calais dans MapNod

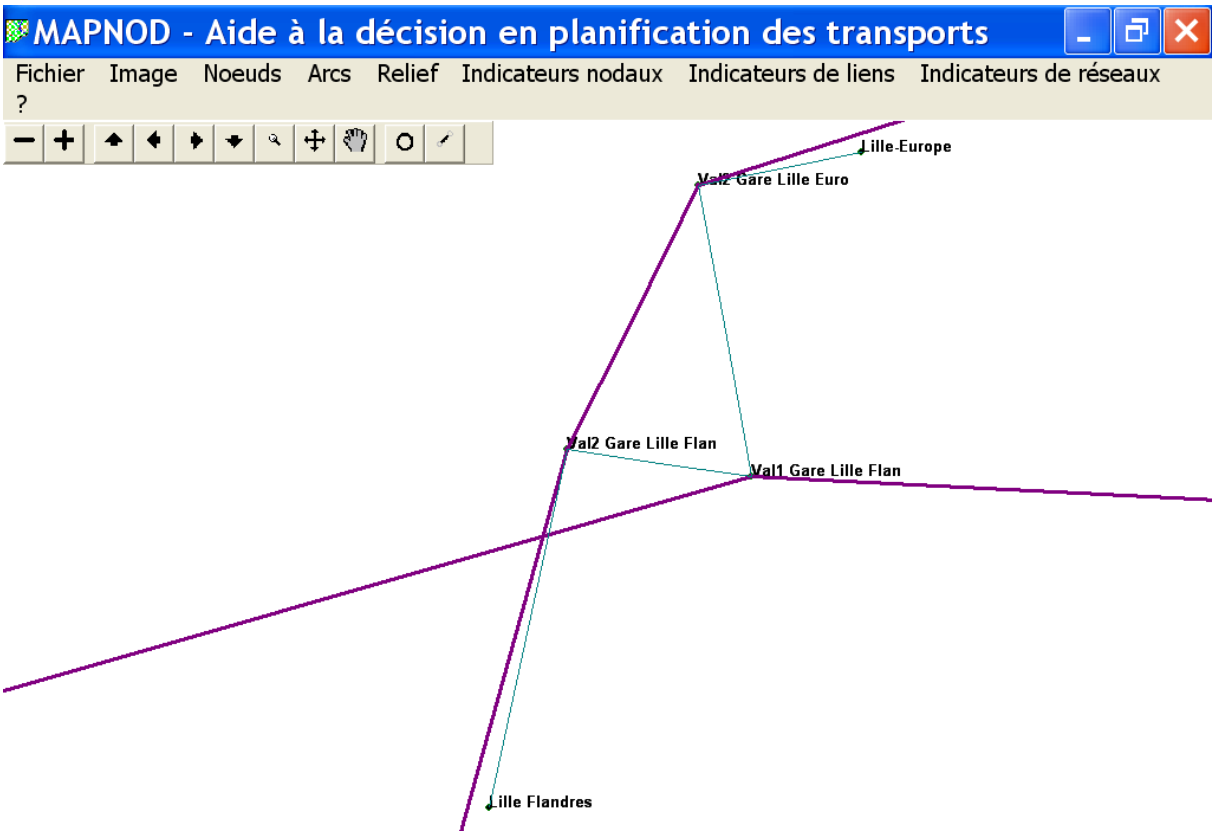


Figure V- 14 : Des exemples d'arcs pédestres : les connexions Val 1/Val 2/Train en gare de Lille-Flandres dans MapNod

PACA (figure V-15)

- 569 nœuds et 65112 arcs
- Les bornes du graphe sont, outre Milan, Grenoble et Turin, Brioude et Vias.
- Réseau ferroviaire obtenu à 95% par Shadock mais après vérification la méthode d'automatisation des requêtes a laissé passer quelques missions entre Nice et Vintimille en raison d'un problème en gare de Gênes avec des missions roulant sur deux jours (départ à 23h44 et arrivée à 2h12 du lendemain). Les missions manquantes ont été saisies à partir du site de l'Open de tennis de Monte-Carlo (www.mccc.mc). Notons que dans le département du Vaucluse, le rôle du LER est important car il remplace parfois le TER. La ligne Apt - Avignon a ainsi été modélisée sur les bases du site de l'office de tourisme d'Apt (www.ot-apt.fr).
- Les horaires de la ligne Nice - Turin et Vintimille - Turin passant par la vallée de la Roya et ceux de la ligne des Chemins de Fer de Provence de Nice à Digne-les-bains ont aussi été retrouvés sur Internet et saisis directement. L'objectif étant une analyse des possibilités de construction métropolitaine, la ligne Nice - Digne a été modélisée uniquement dans l'agglomération niçoise, à savoir jusqu'à la Zone Industrielle de Saint-Isidore.
- La même volonté a guidé la modélisation des lignes de bus de la CUNCA, à savoir que les lignes des collines ont été mises de côté. Un partenariat avec le gestionnaire Lignes d'Azur nous a permis l'obtention des horaires au format Excel et l'application de la première

méthode. Les nœuds étaient déjà référencés dans une table du SIG Mapinfo, une translation de coordonnées a suffi à caler le graphe dans MapNod.

- Les lignes de cars du département des Alpes-Maritimes ont été modélisées dans les limites de la CUNCA dans le même esprit. Les spécificités de PACA, avec une alternance d'espaces très denses et d'espaces ruraux quasiment vides incitent donc à des choix de modélisation particuliers.

- Enfin, les navettes vers l'Aéroport ont été modélisées dans un binôme fonctionnel particulier (en bleu sur la figure V-16). Les arcs pédestres ont la même fonction que pour le graphe Nord-Pas-de-Calais.

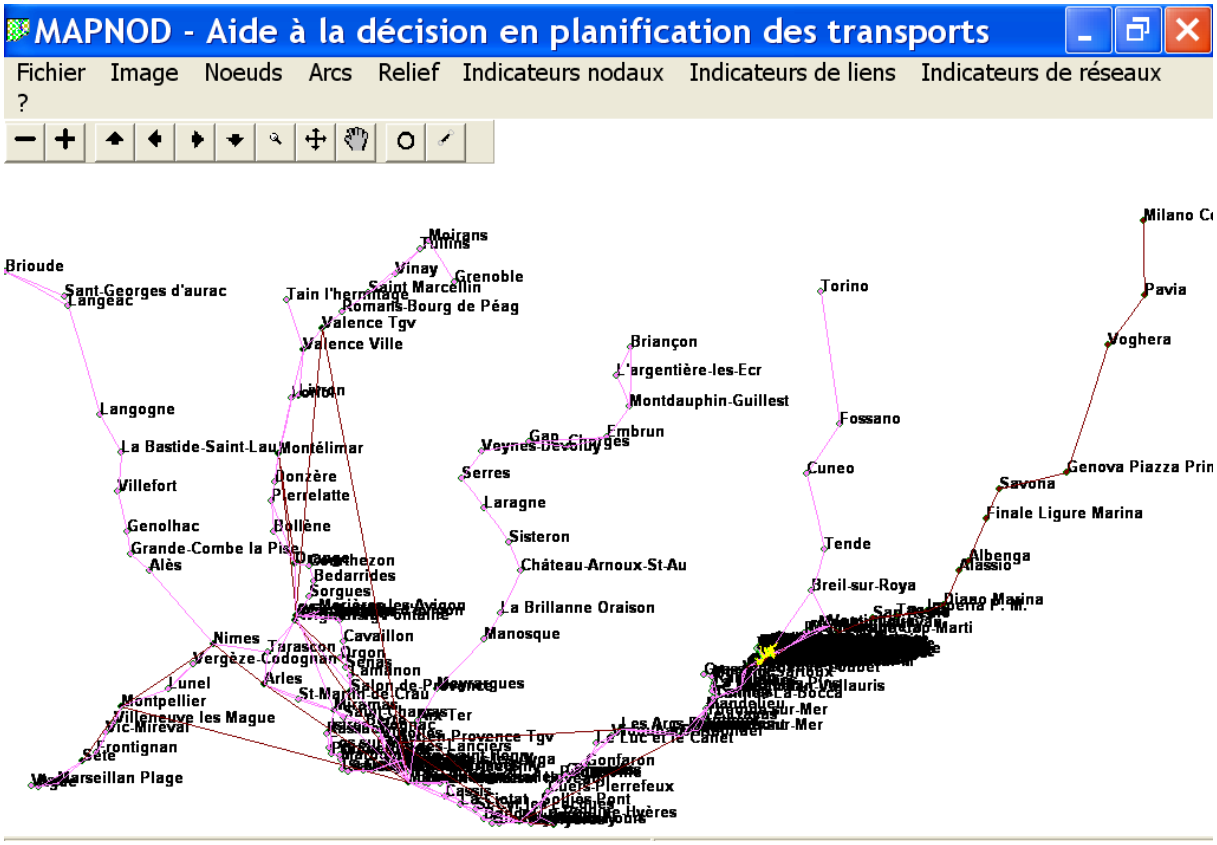


Figure V- 15 : Le graphe de transport collectif de la région PACA dans MapNod

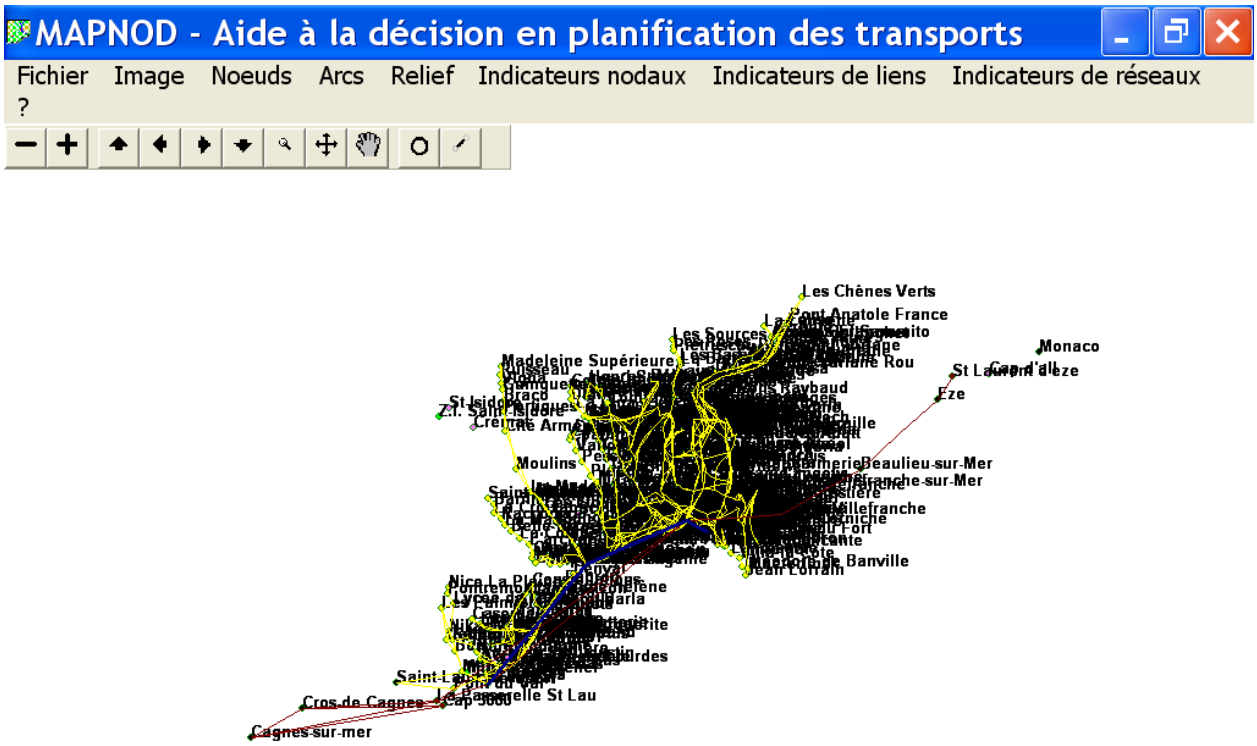


Figure V- 16 : La superposition des modes TC dans la CUNCA

Conclusion

La première étape de l'analyse présente des résultats en termes de meilleurs temps de parcours, qui sont construits à partir de la base horaire des régions concernées. Quel que soit le soin apporté à la sélection de ces indicateurs construits, ils simplifient la réalité et ne peuvent transcrire que partiellement les oscillations de l'accessibilité au cours de la journée, oscillations qui revêtent de l'importance dans la construction des routines et des habitudes. C'est pourquoi **l'analyse des potentiels de structuration territoriale par les réseaux, et plus particulièrement des potentiels d'appropriation par les individus, nécessite la modélisation de l'ensemble de la base horaire dans un graphe horaire**. En utilisant les techniques des graphes et des SIG, le logiciel MapNod permet une modélisation du service de transport, non seulement localisée dans l'espace par la représentation de l'infrastructure entre des points géoréférencés, mais encore positionnée dans le temps par l'intermédiaire d'un *p*-graphe horaire. Les modalités de modélisation des deux réseaux régionaux posent les jalons de l'analyse proprement dite.

V.3 Deuxième étape : les indicateurs d'accessibilité horaire

L'analyse en termes de meilleur temps de parcours et de fréquence a montré ses limites. Sur les bases d'une modélisation horaire, nous pouvons construire une méthode plus précise et plus complète d'analyse des potentiels de structuration territoriale. Ainsi, il s'agit de construire des indicateurs horaires se rapprochant le plus possible des rythmes urbains. Outre l'amélioration des mesures d'accessibilités en tant que telles et l'investissement méthodologique, c'est aussi dans l'appréhension du territoire qu'il convient de progresser, en particulier au niveau de la retranscription des processus de métropolisation. L'explication des méthodes précèdera une présentation synthétique des résultats.

V.3.1 Les contraintes sur heure d'arrivée et de départ

Les indicateurs utilisés dans la partie V.1, s'ils peuvent être mobilisés à bon escient lors d'une analyse synthétique d'accessibilité, sont inadaptés à notre problématique de structuration territoriale car ils simplifient exagérément le service horaire. Comme introduit dans la même partie, la modélisation du service de transport telle qu'elle a été définie (Baptiste et L'Hostis 2002, Rietveld et Bruinsma 1998) se caractérise par l'intégration d'éléments de demande dans l'offre. Cette segmentation de la demande s'opère par le motif et l'échelle du déplacement. Pour ce qui nous concerne, nous avons choisi de nous intéresser aux déplacements de type domicile - travail au sein d'une région métropolitaine (cf. parties précédentes). **L'adaptation aux rythmes urbains va coordonner les possibilités de structuration territoriale**. Si l'on considère, en reprenant les indications développées dans la partie V.1, qu'une journée de travail est encore en grande partie comprise dans un intervalle de 7 heures à 19 heures, il est facile d'évaluer la faisabilité de ces journées de travail étant donnée la localisation d'un domicile et d'un lieu de travail.

Plusieurs indicateurs ont déjà été construits dans ce sens. Ainsi, les « *opportunités offertes à destination* » (Chapelon, Baptiste, Coquio, Jouvaud, L'Hostis, Mende et Ramora 2005 page 33) représentent un pan des indicateurs d'accessibilité qui se rapprochent des microsimulations évoquées auparavant (Kim et Kwan 2003) par leur prise en compte des durées potentielles des activités. Les différents indicateurs développés fonctionnent sur le principe de la **contrainte temporelle**. Par exemple, l'heure minimale d'arrivée est calculée de la manière suivante : « *Sous contrainte d'une heure de départ donnée et pour chaque lieu d'origine,* l' […] *indicateur consiste à calculer puis à cartographier l'heure minimale d'arrivée à destination.* […] *Il est possible de hiérarchiser les villes en fonction de l'heure d'arrivée et donc des potentialités de réunions ou de loisirs offertes à destination.* » (Chapelon, Baptiste, Coquio, Jouvaud, L'Hostis, Mende et Ramora 2005 page 34).
Toute cette analyse développée par Hervé Baptiste et Alain L'Hostis à plusieurs reprises (voir notamment L'Hostis et Baptiste 2006) est construite sur la base de l'adéquation des horaires

de transport aux rythmes urbains. Ainsi, l'intégration simplifiée d'éléments de demande devient un puissant outil d'analyse territoriale. Considérant qu'une journée moyenne de travail est de huit heures plus une pause méridienne d'une heure entre 11h et 14h, qu'à cet intervalle de neuf heures (8 + 1) doivent s'ajouter les temps de trajets aller et retour, et que cette plage horaire étendue ne peut décemment pas dépasser un intervalle de bon sens 6h - 20h[14], il devient alors possible de tester des relations dans le cadre d'une structuration du territoire par le *commuting* comme le montre la figure V-17.

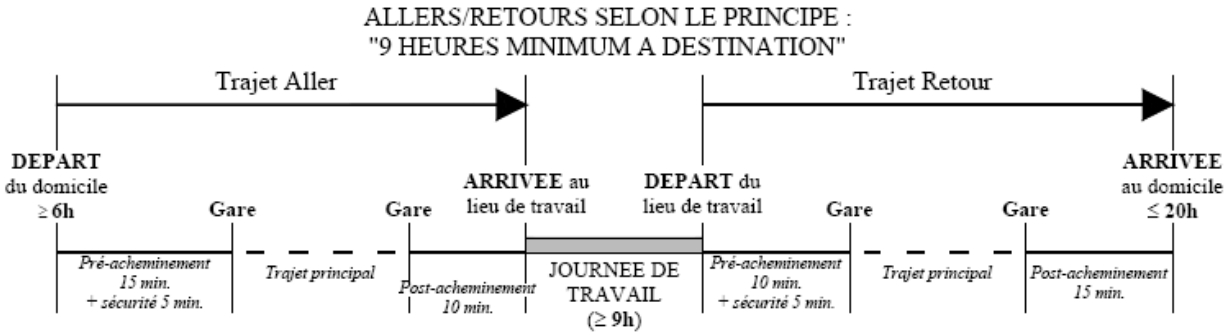


Figure V- 17 : Le principe des allers/retours avec 9 heures minimum à destination Source : (Baptiste et L'Hostis 2002)

Les hypothèses comportementales ne paraissent pas drastiques. En effet, les études ont montré que 61% des arrivées sur le lieu de travail se faisaient entre 7h et 9h (CERTU et SNCF 1998). Comme le précisent les auteurs, « *Le champ de pertinence de nos résultats se limite à une majorité d'usagers, sans pouvoir avoir la prétention de refléter l'ensemble des comportements des salariés* » (Chapelon, Baptiste, Coquio, Jouvaud, L'Hostis, Mende et Ramora 2005 page 38). Il est aussi précisé que l'adaptation complète aux besoins des usagers correspond mal à un travail d'aide à la décision en aménagement du territoire à l'ambition prospective. Il est en effet plus efficace de présenter des indicateurs synthétiques riches de sens analytique et pouvant appuyer ou contredire une proposition d'aménagement. La recherche en aménagement doit d'une manière ou d'une autre se détacher des comportements actuels et proposer des méthodes innovantes. Les mesures d'accessibilité à contrainte temporelle constituent selon nous un compromis satisfaisant entre la formulation d'indicateurs synthétiques et la prise en compte des comportements.

Le principal inconvénient de cette approche semble plutôt résider dans l'imprécision spatiale : en l'absence de lieux précis d'emplois et de résidence, la modélisation attribue des trajets de pré- et post-acheminements forfaitaires qui correspondent à une organisation de la ville proche d'un modèle radioconcentrique (Bozzani 2005).

L'approche par contrainte temporelle repose sur trois principes :

- la segmentation de la demande ;

[14] Dans le cadre d'un déplacement quotidien ou du moins supérieur à une fréquence hebdomadaire, qui peut être considéré comme structurant, les exceptions sont rares, et en tout cas peu souhaitables. Si le boulanger se trouve sur son lieu de travail à 5h, il en sort rarement après 20h. Quoi qu'il en soit un réseau TC régional performant ne peut excéder cette marge s'il entend être compétitif.

- la définition d'attracteurs de déplacement ;
- l'adéquation à des rythmes urbains quotidiens moyens (L'Hostis, Decoupigny, Menerault et Morice 2001).

Les indicateurs de type « neuf heures minimum à destination » ont comme utilité de tester le potentiel de relations de type *commuting* entre les couples de villes deux à deux. Le résultat est de type qualitatif : il est possible ou il n'est pas possible d'effectuer quotidiennement le trajet aller-retour dans un sens ou dans un autre. Tout en reprenant la démarche, il peut sembler intéressant d'élargir les critères de sélection vers une comparaison chiffrée. Bien que très évocatrice dans l'aide à la décision, la représentation des résultats simplifie les différences entre les trajets testés (voir figure V-18). Des indicateurs plus classiques, en termes de temps de parcours, correspondent mieux à une hiérarchie et une comparaison des trajets. De plus, les critères d'adéquation avec les rythmes urbains paraissent stricts et peuvent occulter les performances brutes des réseaux de transport. Des calculs d'accessibilité horaires ont donc été réalisés combinant les indicateurs d'accessibilité classiques et l'adéquation aux rythmes urbains (L'Hostis, Decoupigny, Menerault et Morice 2001, L'Hostis et Menerault 2004, Menerault, Barré, Conesa, L'Hostis, Pucci et Stransky 2006).

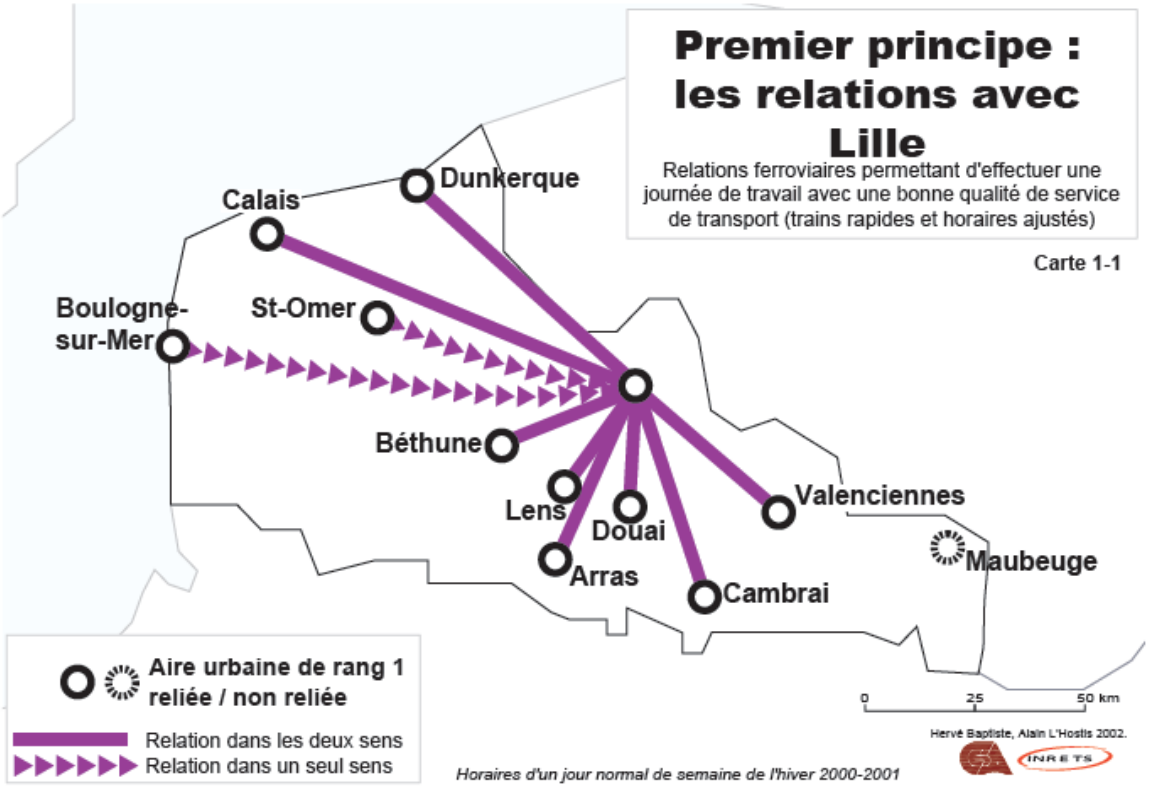


Figure V- 18 : Les possibilités de *commuting* vers Lille selon les mesures d'accessibilité horaire (Baptiste et L'Hostis 2002)

La deuxième étape de notre analyse reprend ainsi en grande partie ces travaux et propose des indicateurs qui se définissent de la manière suivante :

« *L'heure de départ d'un lieu originel de diffusion pour atteindre un lieu attracteur majeur avant une heure qui est déterminée par le propre rythme de fonctionnement de ce dernier* » (Menerault et L'Hostis 2000)

Ainsi, pour chacun des pôles choisis, quatre indicateurs ont été calculés :
- heure maximale de départ pour une arrivée à 8 heures dans le pôle ;
- heure maximale de départ pour une arrivée à 9 heures dans le pôle ;
- heure minimale d'arrivée pour un départ à 17 heures du pôle ;
- heure minimale d'arrivée pour un départ à 18 heures du pôle.

Pour améliorer la lisibilité de l'analyse, nous présentons en grande partie les résultats des calculs pour une arrivée à 9 heures et quelques fois pour un départ à 18 heures. En effet, ces résultats sont significatifs des conditions d'accessibilité générales, et les calculs non présentés dans la thèse (arrivée à 8 heures, départ à 17 heures) corroborent les analyses discourues ci-après. Cette remarque vaut pour les deux premières étapes de l'analyse.

Ces indicateurs sont basés sur la notion de contrainte. En effet, les deux premiers indicateurs constituent une **contrainte sur heure d'arrivée** : étant donnée une arrivée à une certaine heure en un certain lieu, on mesure l'heure de départ dans les autres lieux. Les deux derniers s'apparentent à une **contrainte sur heure de départ** : étant donné un départ à une certaine heure en un lieu donné, on mesure l'heure d'arrivée dans les autres lieux. Les hypothèses de travail menant à ces mesures sont particulières. En effet, on considère les rythmes urbains de type professionnel de manière plus large que les indicateurs de type « neuf heures minimum à destination ». Ici la contrainte porte essentiellement sur les heures d'arrivée et de départ au travail. On retient deux possibilités : arrivée à 8 heures ou 9 heures dans la gare dans la ville de destination et départ à 17 heures ou 18 heures de cette même ville. Ainsi, les conditions de travail sont un peu différentes de celles du modèle précédent mais la captation des comportements moyens est sans doute du même ordre. L'axiome principal repose sur la simulation des comportements de déplacement proprement dits. Il peut se formuler de la manière suivante : **Étant donnée une heure imposée d'arrivée dans un lieu (ou de départ d'un lieu), l'usager a comme comportement systématique de chercher à maximiser son heure de départ (ou respectivement à minimiser son heure d'arrivée).** Cet axiome repose sur l'observation des comportements humains : si le temps de trajet est un référent mental important, **ce qui contraint le plus l'usager est l'heure à laquelle il doit partir de chez lui le matin et l'heure à laquelle il rentre chez lui le soir**. C'est tout l'esprit des travaux sur les contraintes spatiotemporelles de la *Time-Geography* (voir partie IV.2).

La mise en place de ces indicateurs nécessite un calcul de chemins minimaux réalisés par l'algorithme de Dijkstra, le plus économe en temps. Il a cependant fallu adapter cet algorithme au graphe horaire, dans lequel les poids des arcs sont calculés via des horaires. Une première version de cet algorithme a été développée par un élève ingénieur du CESA en langage C++ (Botquélen 2004). Puis il a été perfectionné dans le cadre du rapport PREDIT de 2005 par Julien Coquio et Hervé Baptiste (Chapelon, Baptiste, Coquio, Jouvaud, L'Hostis, Mende et Ramora 2005). Enfin, Alain L'Hostis a continué à le développer pour un graphe mixte (horaire et permanent) et en prenant en compte la réversibilité. En effet, le calcul des

chemins minimaux pour une heure de départ contrainte (*forward*) et une heure d'arrivée contrainte (*backward*) nécessite un algorithme réversible (Daganzo 1998).

Ainsi, pour pallier aux problèmes soulevés dans la première étape de l'analyse, nous avons recours à ces mesures horaires pour préciser les conditions de construction territoriale pour un couple de nœuds. Le tableau 4 présente un extrait de ces résultats : les **accessibilités horaires** (Heure d'arrivée contrainte – Heure maximale de départ) pour une arrivée à 9 heures dans les pôles choisis. Il est à noter que ces accessibilités horaires ne sont pas des temps de parcours : le train peut très bien arriver à 8h45 pour 9 heures, le quart d'heure sera ajouté au temps de trajet. Il s'agit donc d'une réelle analyse du service de transport pour des rythmes urbains moyens et pas de l'offre de transport. Les cases en orange signifient qu'il n'y a aucun train arrivant à 9 heures à la destination donnée depuis l'origine donnée. Le temps indiqué correspond alors au temps de parcours du premier train arrivant le matin. Ces résultats sont indicatifs car il peut arriver à 9h05 aussi bien qu'à 16h ou 18h.
Le 0 signifie qu'aucun train ne parcourt le trajet défini dans le laps de temps d'une journée. Notons enfin que pour Londres il conviendrait dans un calcul d'accessibilité classique de rajouter une heure dans le sens France - Angleterre et d'en enlever une dans le sens Angleterre - France pour mesurer le temps de parcours réel, en raison du décalage horaire. Encore une fois, **ce qui prime pour l'usager est l'heure de départ et l'heure d'arrivée en vue d'un fonctionnement**, l'heure en plus ou en moins passé dans le train n'a de ce point de vue qu'une importance relative.

Accessibilité horaire										
Destination / Origine	Lille	Cambrai	Maubeuge	Douai	Béthune	Arras	Dunkerque	Paris	Londres	Bruxelles
Lille	-	1h27	2h05	50 minutes	1h08	55 minutes	1h19	1h10	1h18	1h31
Cambrai	1h41	-	2h16	56 minutes	2h03	1h41	2h33	2h33	3h03	3h03
Maubeuge	1h14	1h43	-	1h43	2h16	2h12	3h13	2h12	3h13	3h13
Douai	49 minutes	1h58	2h01	-	1h07	27 minutes	1h53	1h48	2h21	2h30
Béthune	1h11	2h00	3h10	1h17	-	36 minutes	1h51	2h00	2h45	2h45
Arras	1h12	1h29	2h51	15 minutes	42 minutes	-	2h10	1h25	2h51	3h35
Dunkerque	1h22	3h01	3h25	2h07	1h59	1h59	-	2h07	2h07	2h07
Paris	1h02	2h49	2h07	1h08	1h38	1h08	2h36	-	2h28	2h38
Londres	2h50	4h44	4h25	4h25	4h18	4h44	4h21	4h58	-	4h19
Bruxelles	1h55	2h42	2h35	1h55	2h11	1h55	2h	1h55	2h55	-

Destination / Origine	Nice	Marseille	Toulon	Antibes	Aix	Grasse	Avignon	Grenoble	Milan	Turin
Nice	-	3h00	1h52	27 minutes	6h30	1h28	4h54	0	8h45	6h19
Marseille	3h03	-	1h16	2h37	2h09	3h03	1h44	4h12	11h48	9h28
Toulon	2h15	1h01	-	1h50	3h28	2h15	2h59	5h32	12h01	8h41
Antibes	36 minutes	2h34	1h36	-	6h09	1h	4h54	0	9h29	6h57
Aix	8h02	4h47	6h12	7h44	-	8h34	6h03	0	16h47	0
Grasse	1h19	3h05	1h59	1h19	7h06	-	4h54	0	11h44	9h24
Avignon	5h36	1h40	3h02	4h13	4h13	6h11	-	2h57	13h05	10h45
Grenoble	5h53	3h10	4h03	5h36	0	5h57	2h42	-	0	0
Milan	4h51	8h52	8h08	6h01	0	7h14	10h58	0	-	9h20
Turin	4h05	6h46	6h00	4h26	0	5h29	9h00	0	7h50	-

Tableau 4 : Accessibilités horaires (arrivée à 9 heures à destination) entre les pôles choisis de PACA et NPdC

Ces résultats tranchent avec ceux présentés dans la première étape par leur aspect beaucoup plus proches de la notion de service : les 0 donnent la réalité des arcs théoriques calculés auparavant. Le graphe étant connexe tout déplacement est théoriquement possible, mais le dernier train pour Milan doit partir de Nice à 14h05. Or le seul train parcourant le Grenoble - Nice arrive à 23h05. Il est donc impossible de rejoindre Milan à partir de Grenoble dans la même journée. Cet exemple, s'il n'a pas d'impact sur la construction métropolitaine de la région PACA, nous montre en quoi les résultats d'accessibilités horaires sont beaucoup plus proches des réalités que les mesures d'accessibilités classiques.
Un autre indice nous permet de considérer cette étape comme un perfectionnement de la méthode vers un plus grand réalisme : l'**asymétrie du tableau**. En effet, contrairement aux tableaux 2 et 3, on remarquera que celui-là n'est pas symétrique : il est en effet rare dans la réalité qu'un trajet soit également long (en distance-temps) dans un sens et dans l'autre.

La mesure des accessibilités horaires vient bousculer la hiérarchie mise en place dans la première étape (les calculs effectués à 8 heures, 17 heures et 18 heures corroborent le constat présenté pour l'arrivée à 9 heures). Les accessibilités horaires démasquent les services peu fonctionnels.

Nord-Pas-de-Calais

Les relations directes en TGV sont peu affectées par le changement de méthode, ainsi le Paris - Lille conserve avec 1h02 le meilleur temps de parcours possible, ce qui le place très bien dans les accessibilités vers l'extérieur. Le même constat est encore plus fort pour Londres, qui économise une heure grâce au décalage horaire. En revanche Bruxelles voit son accessibilité se dégrader. En effet, bien que le train soit rapide, son positionnement horaire le fait arriver bien avant 9 heures, ce qui explique les fortes valeurs sur le tableau 4.
D'autre part, si une ville comme Arras maintient une qualité de service intéressante, les accessibilités horaires montrent clairement qu'une ville comme Cambrai est très mal desservie : le Douai - Cambrai théorique de 22 minutes passe à 1h52 en accessibilité fonctionnelle. Lille en revanche gagne des places dans la hiérarchie des villes accessibles, notamment avec ses services très fonctionnels vers Cambrai et Maubeuge.

PACA

Le calcul des accessibilités horaires démasque violemment les situations de gares comme Aix, Avignon ou Grenoble. Grenoble se trouve en effet être le pôle externe le moins accessible.
On peut aussi remarquer le cas du Aix - Marseille qui passe de 51 minutes en meilleur temps théorique à 4h47 en accessibilité fonctionnelle, sans pouvoir atteindre Marseille avant 9 heures. Même constat peut être fait pour le Aix - Avignon (1h28 à 6h03).
En outre, il est intéressant de noter que si l'accessibilité de Toulon vers l'Ouest (Marseille notamment) est loin du meilleur temps possible, elle s'en rapproche vers l'Est (Antibes et Nice). Antibes remonte ainsi dans la hiérarchie, notamment au détriment de Grasse.

Les mesures d'accessibilité horaires s'avèrent donc plus à même de décrire des potentiels de structuration territoriale que les calculs d'accessibilité classiques. Cependant, pour saisir toute la richesse des possibilités de construction de territoires métropolitains, la méthode est encore à améliorer.

V.3.2 Une sélection de sites métropolitains

La métropolisation peut être lue comme un ensemble de processus qui qualifie ou disqualifie des lieux par rapport à d'autres (cf. chapitre II). L'émergence de fonctions métropolitaines est à la fois un processus spontané et la résultante de stratégies des acteurs territoriaux, publics et privés. Cette sélection de lieux dans l'espace métropolitain aboutit à une ségrégation des relations liée à un fort effet tunnel.
La construction des territoires métropolitains se fait ainsi en grande partie autour de ces lieux émergents. L'accessibilité de ces lieux à différentes échelles devient un enjeu de métropolisation et il est indispensable d'en tenir compte dans les stratégies territoriales (voir par exemple Gabet 2006).
Étant donnés ces enseignements, nous avons choisi d'adapter notre méthode à la construction métropolitaine, qui constitue l'ambition réelle de notre approche, au-delà des constructions territoriales « ordinaires ». La structuration métropolitaine des régions concernées passe par une mise en accessibilité des lieux métropolitains, qui représentent la valeur ajoutée du territoire. Cette mise en accessibilité est apte à entraîner un développement territorial. Comme l'affirme Gabriel Jourdan « *Pour en maximiser « l'effet développeur », la société locale doit s'approprier « l'objet métropolitain » et y intégrer les nouveaux habitants et les nouveaux acteurs induits ou attirés par son développement. Sinon, le risque est que « l'objet métropolitain » reste une « enclave » au fonctionnement autonome, dont la ville ne profite qu'indirectement.* » (Jourdan 2005 page 7). Il va de soi que cette appropriation passe en grande partie par l'intégration physique par les réseaux de transport.

Par conséquent nous avons choisi d'appliquer la méthode de l'accessibilité horaire fonctionnelle, à savoir les contraintes sur heure de départ et les contraintes sur heure d'arrivée, non plus sur des pôles urbains du territoire mais sur les lieux métropolitains. Les paramètres temporels ne changent pas, les heures de début et de fin d'activité sont conservées. En revanche, cette méthode permet de préciser les paramètres spatiaux. Plutôt que de mesurer les accessibilités à une ville, on mesure les accessibilités à un point précis, le lieu accueillant une fonction métropolitaine. La localisation précise de ces lieux permet la modélisation de la chaîne complète de déplacement. Ainsi, l'accessibilité n'est pas mesurée à une gare et les réseaux urbains sont mobilisés. De plus, les mesures ne se bornent plus à une matrice carrée, les lieux métropolitains devant être accessibles à toutes les échelles, on calcule leur accessibilité à tous les nœuds du graphe.
La sélection et la localisation des fonctions métropolitaines sont ainsi les préalables aux traitements.

La partie I.3 a permis un éclairage sur la définition des fonctions métropolitaines. Ce qui en ressort est un appel à la modestie et au pragmatisme. En effet, il est bien malaisé de définir d'une manière scientifique solide la fonction métropolitaine. Par voie de conséquence on ne peut définir une liste de lieux investis d'une nature stratégique et postulant à un rayonnement régional. Cela aurait justifié des mesures d'accessibilité de et vers l'ensemble de la région.
En l'absence de cette définition, nous avons choisi de sélectionner un ensemble de lieux portant des fonctions importantes et surtout **révélatrices d'un sous-espace, afin de dresser un tableau général des conditions d'accessibilité dans la région.** La solution envisagée est ainsi de se référer aux documents d'urbanisme et de planification locaux, qui définissent les stratégies de métropolisation et les lieux porteurs de ces stratégies. Le choix des sites n'est pas exempt de discussion ou même de critique. De prime abord, nous pouvons préciser que l'objectif n'était pas un recensement exhaustif des sites présentant des fonctions économiques, sociales ou culturelles de haut niveau. Par ailleurs, l'attribution de ce fameux niveau « métropolitain » reste relativement arbitraire. Notre méthode a donc été la consultation des différents documents de planification ou d'aménagement local (Schéma Directeur de Lille-Métropole, SRADT NPDC, documents de la mission Bassin Minier de l'appel à coopération métropolitaine « Aire métropolitaine de Lille » et « Côte d'Opale-Flandres Occidentale Belge », SRADT PACA, DTA des Bouches-du-Rhône…) sans pour autant s'y réduire complètement[15]. Indépendamment de la nature des fonctions (il y a une notion de prestige, de rareté, de performance dans ce que l'on appelle les fonctions métropolitaines), nos choix ont été guidés par deux idées générales :

- **La répartition de ces fonctions doit retranscrire l'organisation spatiale des régions étudiées.** La plupart des équipements du Nord-Pas-de-Calais sont regroupés dans l'agglomération lilloise, et pour la région PACA dans la métropole Aix-Marseille ou bien sur la Côte d'Azur. Notre semis d'équipements métropolitains correspond donc à ces schémas, pour rendre compte au mieux de ces organisations.
- L'analyse porte sur des accessibilités et des chemins, autrement dit des directions. Il s'avérait en effet **inutile de multiplier les nœuds stratégiques sur une même ligne de transport**, les calculs n'auraient rien apporté.

Ces deux éléments précisent notre choix. Plus que d'effectuer une sélection des sites métropolitains stratégiques, l'objectif est de **dresser un tableau de différents sites, représentant des sous-espaces de chacune des régions étudiées, qui peuvent avoir un rôle dans le fonctionnement métropolitain**. Encore une fois l'objectif central du travail est d'analyser des conditions d'accessibilité dans une région métropolitaine, pas nécessairement de retranscrire fidèlement des organisations spatiales locales. Il faut ainsi comprendre cette sélection en vis-à-vis de celle des pôles territoriaux, avec laquelle elle est complémentaire. Les sites, étant donnés ces critères de sélection, forment une liste assez hétérogène quant à

[15] Il est d'ailleurs révélateur de constater que l'ensemble de ces documents présente des stratégies territoriales en termes aréaux : « aire de coopération », « zone de développement » etc. alors que le fond de la réflexion est souvent d'ordre topologique et multipolaire. Cela confirme une fois de plus que la territorialisation consiste en une appropriation d'un espace réticulaire, si tant est qu'il soit bien construit.

leur importance stratégique. Il est ainsi nécessaire d'expliciter davantage la méthode de sélection.

Pour le Nord-Pas-de-Calais, l'essentiel des fonctions métropolitaines étant concentrées dans l'agglomération lilloise, nous sommes partis du Schéma Directeur de la LMCU.

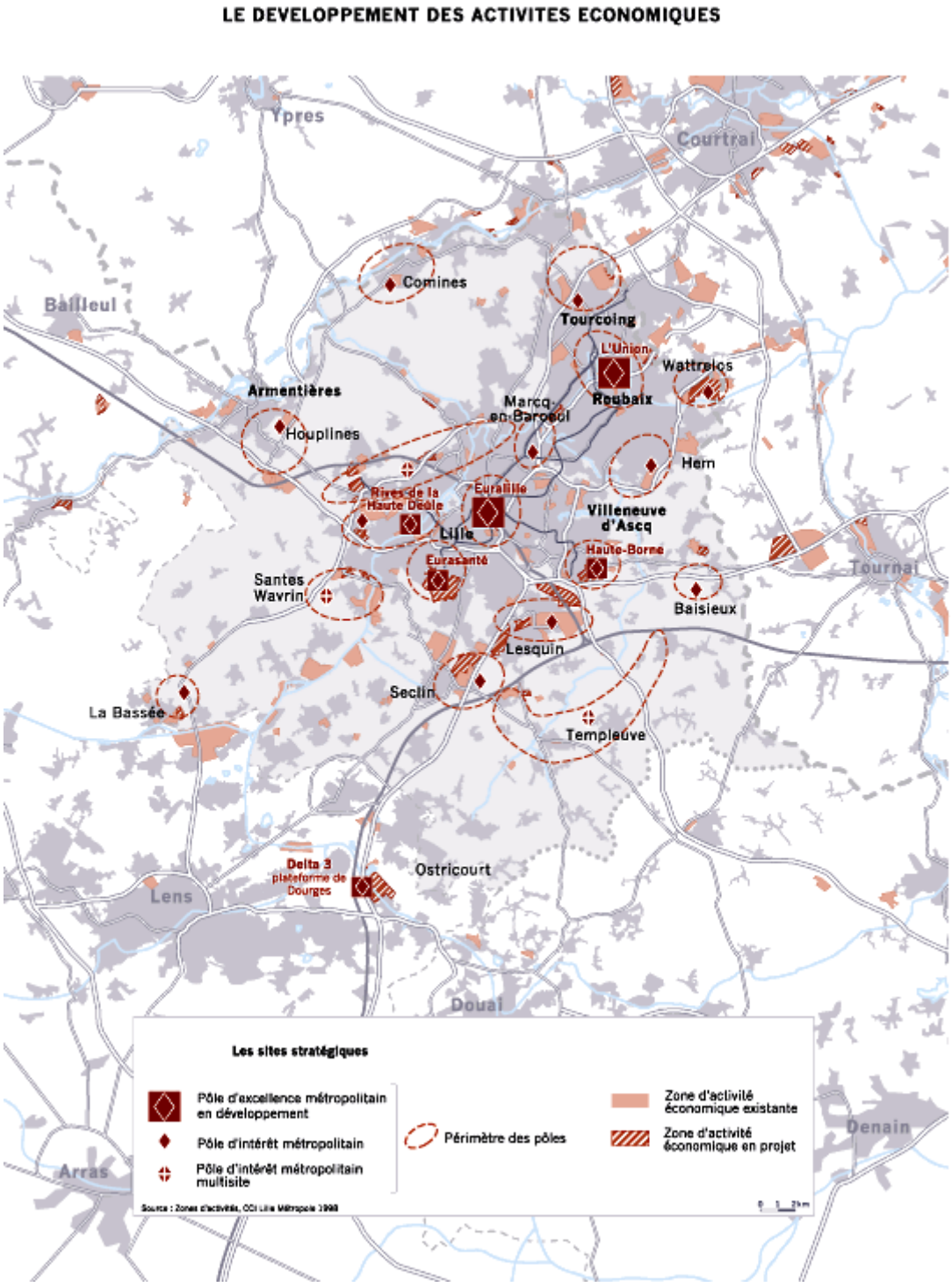


Figure V- 19 : Les activités économiques dans la LMCU (Lille-Métropole 2002)

Nous avons recensé tous les sites présentés comme des « *pôles d'excellence métropolitains en développement* » par le schéma directeur et la figure V-19 auxquels nous avons ajouté les « *pôles d'intérêt métropolitains* » de Comines et d'Houplines pour représenter l'accessibilité de la vallée de la Lys et Lesquin pour l'espace intermédiaire entre l'agglomération lilloise et l'Arc Sud.
Outre ces pôles économiques, nous avons aussi souhaité représenter un site administratif de grande ampleur, par l'intermédiaire de l'Hôtel de Région à Lille. De plus, quelques sites touristiques de la région Nord-Pas-de-Calais paraissent proposer un service de loisir assez proche de la vision du territoire métropolitain développée dans la première partie. Ces sites proposant un service de loisir métropolitain ont été sélectionnés dans les différents sous-espaces de la région : La Coupole à Saint-Omer, Nausicaa à Boulogne-sur-Mer, les sites des 2 Caps à Calais et enfin le projet du Louvre II à Lens. Il est à noter que seul ce dernier site est véritablement considéré comme stratégique pour la métropolisation en raison de son prestige culturel.
Enfin, l'importante agglomération de Valenciennes est représentée par l'Ecole Supérieure des Beaux-arts, formation supérieure pouvant être assimilée à un emploi métropolitain supérieur (artiste). Toutefois il ne faut pas considérer ce site comme représentant une fonction métropolitaine au même titre que le Louvre-Lens par exemple.

La figure V-20 montre les pôles choisis et les sites sélectionnés dans le Nord-Pas-de-Calais.

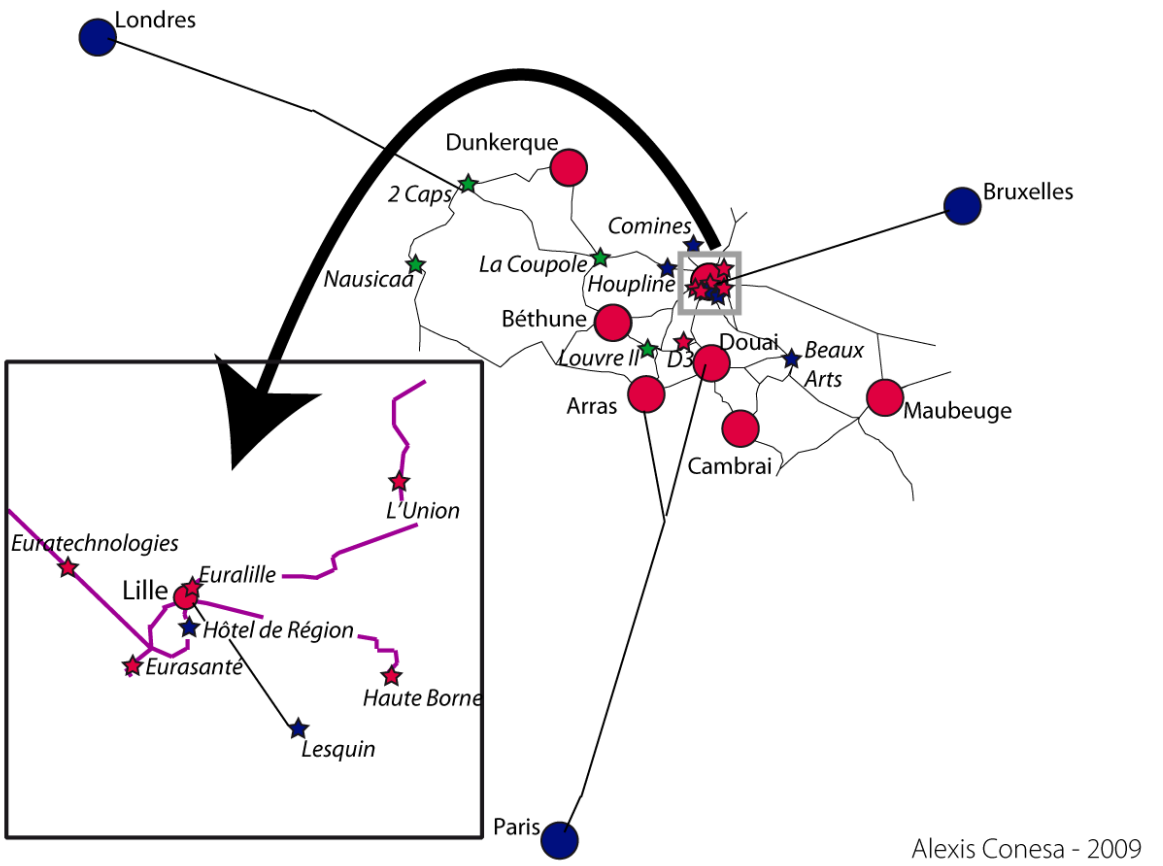


Figure V- 20 : Les pôles et les sites sélectionnés au sein du graphe NPdC

Pour PACA, la démarche a été assez similaire. Partant de ce que le SCOT de Nice-Côte d'Azur (SYMENCA 2007) définit comme centre principal et centre secondaire, nous avons identifié les fonctions correspondantes au centre-ville de Nice et à la zone de Nice-Ouest, proche de l'embouchure du Var. Encore une fois nous avons voulu privilégier une définition de la métropolisation proche des emplois métropolitains supérieurs et des fonctions de haut rang. Ainsi pour le centre de Nice, nous avons sélectionné le Palais des Expositions et Acropolis, théâtre de foires, congrès ou autres salons. Pour Nice-Ouest, en dehors de l'aéroport, le choix s'est porté sur un centre d'affaires (le Parc de l'Arénas), une cité administrative d'ampleur régionale (le CADAM) et le marché d'intérêt national (MIN) accueillant des professionnels du monde entier.

Pour le reste, les fonctions ont été réparties entre les deux sous-ensembles métropolitains, à savoir la conurbation azuréenne et la métropole provençale. Pour la Côte d'Azur c'est la fonction touristique qui prédomine, avec le très prestigieux Palais des festivals de Cannes, la

principauté de Monaco ou encore la zone de la Marina, complexe immobilier et touristique avec un port de plaisance. La technopole de Sophia Antipolis s'ajoute à cette liste. Cette sélection nous permet de faire figurer dans l'analyse une bonne partie des différents secteurs de la Côte d'Azur. Nous y ajoutons la partie orientale du littoral compris entre Antibes et Nice, par l'intermédiaire du centre commercial de Cap 3000, qui à défaut d'être stratégique draine une grande population.

Enfin la métropole Aix-Marseille est représentée par la technopole de Château-Gombert, l'aéroport de Marignane et les zones économiques de Fos-sur-Mer et de l'Etang de Berre.

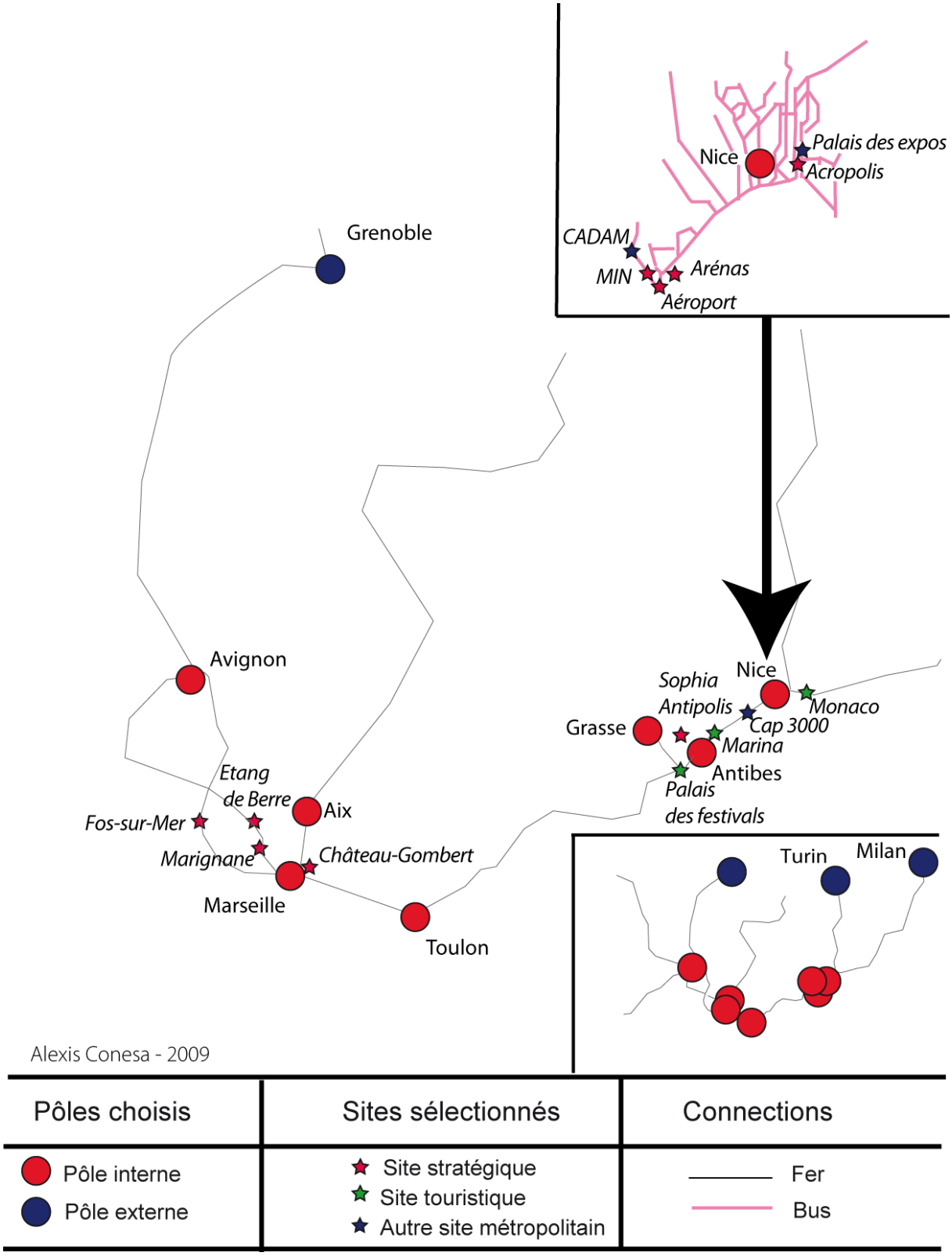


Figure V- 21 : Pôles et sites choisis dans le graphe PACA

Pour une description plus précise des sites stratégiques, on se reportera aux documents cités (SCOT CASA 2008, Picon et Verre 2005, DTA Bouches-du-Rhône 2005, SRADT PACA 2006, CPER PACA 2007, AGUR 2005, AgAM 2003, PDU Nice 1998, DRE

Nord-Pas-de-Calais 1999, CG Pas-de-Calais 2007, SRADT NPdC 2005, SRT NPdC 2006, SRADT NPdC 2002, PDU Lille 2002, SYMENCA 2007)

Outre la sélection des sites stratégiques, leur localisation revêt une grande importance. Deux cas sont possibles. Le premier, plus rare, concerne les sites stratégiques correspondant à des nœuds du graphe. C'est le cas de quelques sites desservis très finement par un arrêt de bus, par exemple la cité administrative de Nice dont l'entrée se situe à quelques mètres de l'arrêt de bus correspondant. Ce peut être aussi le cas de zones d'activités construites autour de gares, comme le site d'Houpline à Armentières. En revanche, la plupart des sites stratégiques ne sont pas contenus dans le graphe. Il a alors fallu les connecter au(x) nœud(s) le(s) plus proche(s) au moyen d'un arc pédestre comme l'illustre la figure V-22 pour le cas d'Euralille, relié aux trois arrêts de VAL et à la gare Lille-Flandres.

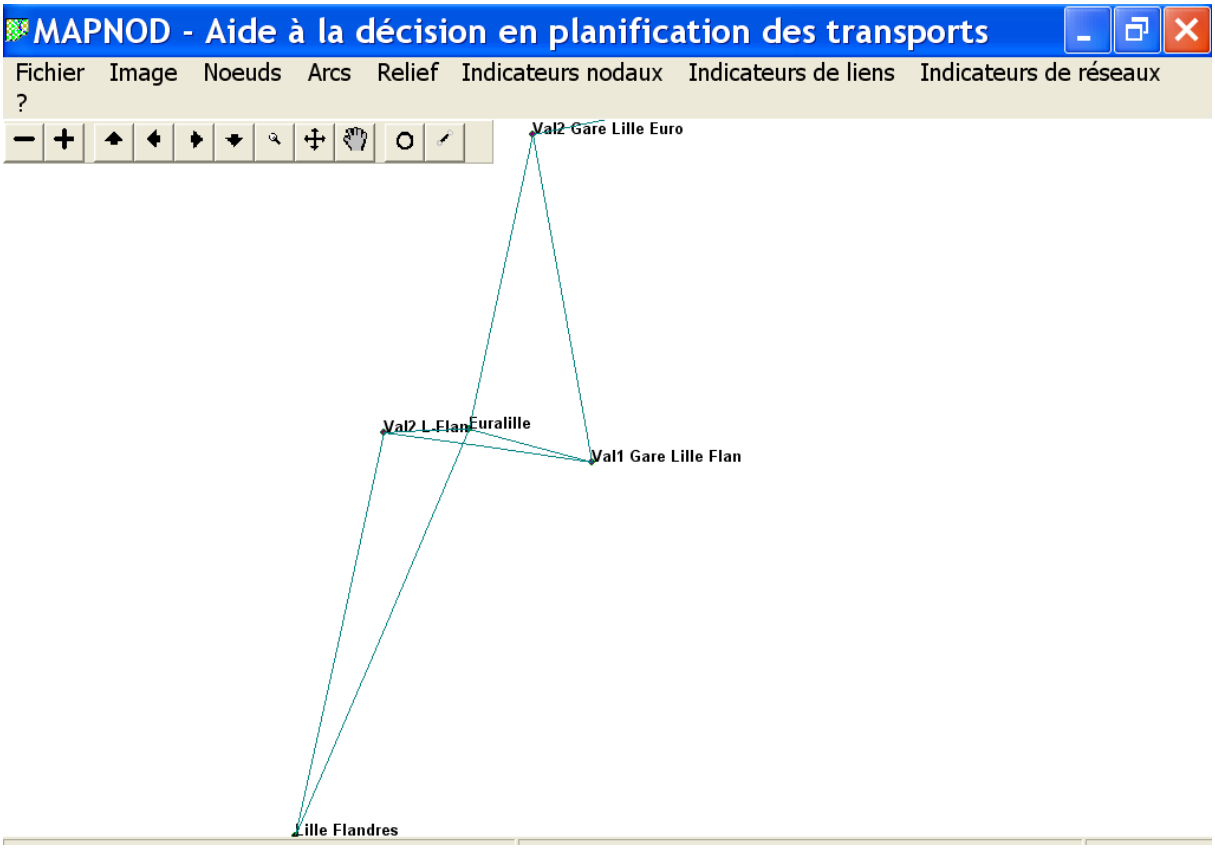


Figure V- 22 : Les connecteurs pédestres à Euralille

Le tableau 5 présente les nœuds correspondants aux sites sélectionnés (15 par région) et entre parenthèses le mode qui le connecte avec éventuellement l'arrêt de transport correspondant.

NPDC (nœud)	PACA (nœud)
Euralille (VAL 1 Gare Lille Flandres)	Acropolis (bus Acropolis Barla)
Hôtel de Région (VAL Lille Grand Palais)	CADAM (bus)
Eurasanté (VAL CHR Oscar Lambret)	Palais des expositions (bus Grand Palais)
Haute-Borne (VAL Quatre Cantons)	Parc Arénas (bus Arénas)
Euratechnologies (VAL Canteleu)	MIN (bus Marché Gare)
Louvre-Lens (bus Cité 9 bis + gare de Lens MAP)	Palais des festivals (gare de Cannes)
L'Union (VAL Alsace)	Cap 3000 (car)
Lesquin (train)	Aéroport (bus)
Delta 3 (car Dourges Carnot)	Marina (gare de Villeneuve-Loubet)
La Coupole (gare de St-Omer)	Fos-sur-Mer (train)
Houpline (gare d'Armentières)	Etang de Berre (train)
Comines (train)	Marignane (gare de Pas-des-Lanciers)
Ecole des Beaux-arts (car Ardennes)	Château-Gombert (gare de Marseille-St-Charles)
Site des 2 Caps (gare de Calais-Ville)	Monaco (train)
Pôle de compétitivité halieutique (gare de Boulogne-sur-mer)	Sophia Antipolis (gare de Biot)

Tableau 5 : Les sites sélectionnés dans les deux régions

Cette méthode règle donc les problèmes relatifs aux paramètres spatiaux en intégrant la chaîne réelle de déplacement. La prise en compte des réseaux urbains dans les calculs des chemins minimaux a amené à quelques problèmes au niveau de l'algorithme et en conséquence à quelques simplifications du graphe.

PACA

Les lignes de bus de Nice ont la particularité de présenter à certaines heures une heure identique pour deux arrêts successifs (voir figure V-23).

Extrait d'une fiche horaire, ligne 30 :

PORT ILE DE BEAUTE	06:40
LYMPIA	06:40
LAZARET	06:40
CHEMIN TORDU	06:40
BLEU RIVAGE	06:40
AV ALICANTE	06:41
LA RESERVE	06:41
VILLA LA COTE	06:41

Figure V- 23 : Un cas problématique: les doublons d'arrêts dans la base de données horaires

Cette configuration provoque une erreur dans le calcul des chemins minimaux : dans cet exemple, l'arrêt Lympia n'est pas considéré comme desservi à 6h40, la valeur sera celle du bus suivant (7h01 en l'occurrence). La solution a été la sélection d'un seul arrêt par heure de passage dans les missions concernées.

NPdC

Il est à noter que l'algorithme est aussi gêné par la présence d'arcs doubles (même origine, même destination, même heure de départ, même heure d'arrivée, même mode). La méthode d'obtention des données par automatisation des requêtes dans Shadock crée par construction des doublons. Il est aisé de les éliminer dans Excel ou Access. En revanche, les réseaux de TC de l'ancien bassin minier nous ont posé un autre problème : les **faux doublons**.

Les faux doublons ne concernent pas des arcs mais des missions qui se caractérisent par une même origine, une même destination, une même heure de départ, une même heure d'arrivée mais un mode différent. La figure V-24 en donne un exemple.

```
0000030306 0000030681 0813 0000.833 0002 0630 0632 0000000 616101 000000 Gare routi St Léger
0000030681 0000030115 0813 0000.417 0001 0632 0633 0000000 616101 000000 St Léger  Lens Canti
0000030115 0000030424 0813 0000.833 0002 0633 0635 0000000 616101 000000 Lens Canti Lens Molle
0000030424 0000030239 0813 0000.833 0002 0635 0637 0000000 616101 000000 Lens Molle Devouges
0000030239 0000030467 0813 0000.417 0001 0637 0638 0000000 616101 000000 Devouges  Loison-sou
0000030467 0000030601 0813 0000.417 0001 0638 0639 0000000 616101 000000 Loison-sou Pont de Lo
0000030601 0000030185 0813 0000.833 0002 0639 0641 0000000 616101 000000 Pont de Lo Concurrenc
0000030185 0000030021 0813 0001.250 0003 0641 0644 0000000 616101 000000 Concurrenc Annay Lecl
0000030021 0000030684 0813 0001.667 0004 0644 0648 0000000 616101 000000 Annay Lecl St Paul
0000030684 0000030623 0813 0000.417 0001 0648 0649 0000000 616101 000000 St Paul  Ronchois
0000030623 0000030269 0813 0000.417 0001 0649 0650 0000000 616101 000000 Ronchois  Epinoy
0000030269 0000030127 0813 0000.417 0001 0650 0651 0000000 616101 000000 Epinoy   Carvin Gam
0000030127 0000030607 0813 0000.417 0001 0651 0652 0000000 616101 000000 Carvin Gam Pressence
0000030607 0000030129 0813 0000.417 0001 0652 0653 0000000 616101 000000 Pressence Carvin Pos
0000030129 0000030128 0813 0000.833 0002 0653 0655 0000000 616101 000000 Carvin Pos Carvin Jau
0000030128 0000030126 0813 0000.417 0001 0655 0656 0000000 616101 000000 Carvin Jau Carvin Egl
0000030126 5900000018 0813 0002.917 0007 0656 0703 0000000 616101 000000 Carvin Egl Seclin Egl
5900000018 5900000014 0813 0011.250 0027 0703 0730 0000000 616101 000000 Seclin Egl Lille Port
5900000014 0000590001 0813 0006.250 0015 0730 0745 0000000 616101 000000 Lille Port LILLE FLAN

0000030306 0000030431 0812 0000.250 0001 0630 0631 0000000 351001 000000 Gare routi Lens Répub
0000030431 0000030681 0812 0000.250 0001 0631 0632 0000000 351001 000000 Lens Répub St Léger
0000030681 0000030115 0812 0000.250 0001 0632 0633 0000000 351001 000000 St Léger  Lens Canti
0000030115 0000030424 0812 0000.500 0002 0633 0635 0000000 351001 000000 Lens Canti Lens Molle
0000030424 0000030623 0812 0003.500 0014 0635 0649 0000000 351001 000000 Lens Molle Ronchois
0000030623 0000030128 0812 0001.500 0006 0649 0655 0000000 351001 000000 Ronchois  Carvin Jau
0000030128 0000030126 0812 0000.250 0001 0655 0656 0000000 351001 000000 Carvin Jau Carvin Egl
0000030126 0000590001 0812 0012.250 0049 0656 0745 0000000 351001 000000 Carvin Egl LILLE FLAN
```

Figure V- 24 : Un exemple de faux doublon dans la base de données horaires

Le trajet Gare routière-Lille Flandres de 6h30 à 7h45 est en effet effectué à la fois en bus (code du binôme fonctionnel : 813) et en car (code du binôme fonctionnel : 812). Le problème est que certains arcs sont identiques, mis à part le mode, nombre d'arrêts de bus étant aussi des arrêts de car. Cette situation est assez fréquente (une dizaine de cas) dans le très dense réseau de TC routiers du Nord-Pas-de-Calais. L'algorithme ne pouvant gérer ces faux doublons, nous avons été contraints à la suppression d'une mission, celle desservant le moins d'arrêts afin de ne pas trop entacher l'offre (dans l'exemple présenté la mission 31001 en car a été supprimée).

Afin de repérer les doublons (vrais ou faux), nous avons utilisé la fonction de MapNod « Tester la validité du graphe », puis « Tester les missions horaires » qui repère toutes les missions présentant les mêmes origines, destinations, heures de départ et heures d'arrivée et les localise dans le fichier arc, comme le montre la figure V-25. Il est ensuite plus facile d'effectuer la sélection.

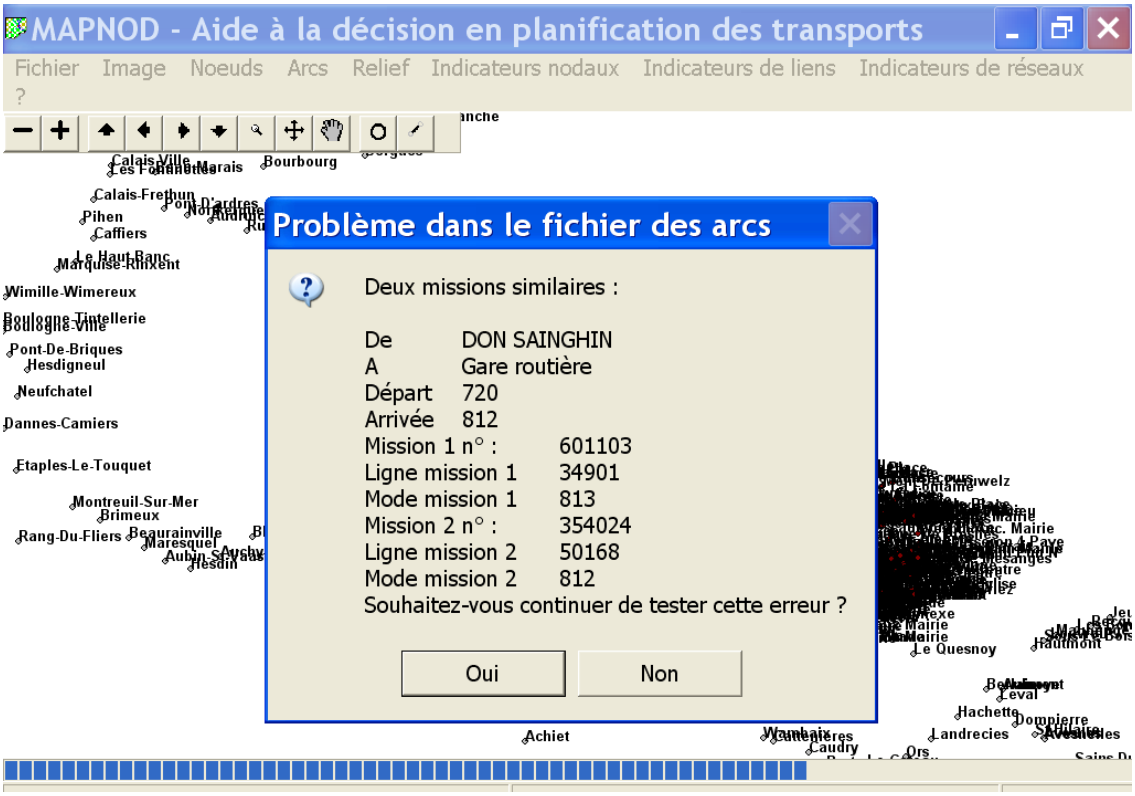


Figure V- 25 : Repérage des missions identiques dans MapNod

V.3.3 Performance des réseaux en termes d'accessibilité aux fonctions métropolitaines

Les contraintes sur heures de départ et contraintes sur heures d'arrivée sont possibles sur MapNod grâce à l'option de valuation des chemins minimaux en horaires de circulation et non en durée en minutes comme le montre la figure V-26.

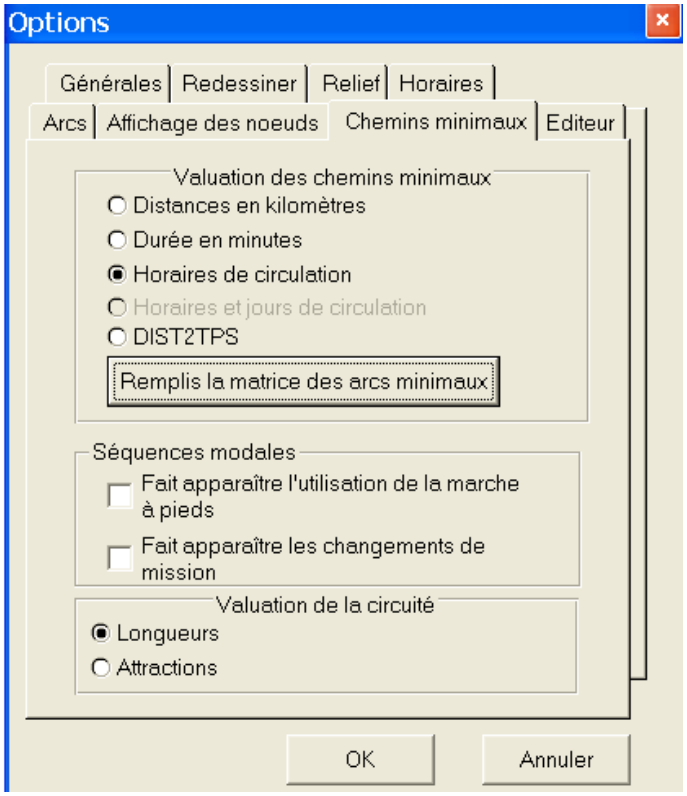


Figure V- 26 : La valuation en horaires pour les mesures d'accessibilité horaire dans MapNod

Ensuite, les calculs sont lancés par l'intermédiaire d'une boîte de dialogue (figure V-27). Celle-là propose la visualisation directe des résultats par une interface cartographique (l'ancien logiciel MAP) mais aussi la création d'un fichier de résultats.

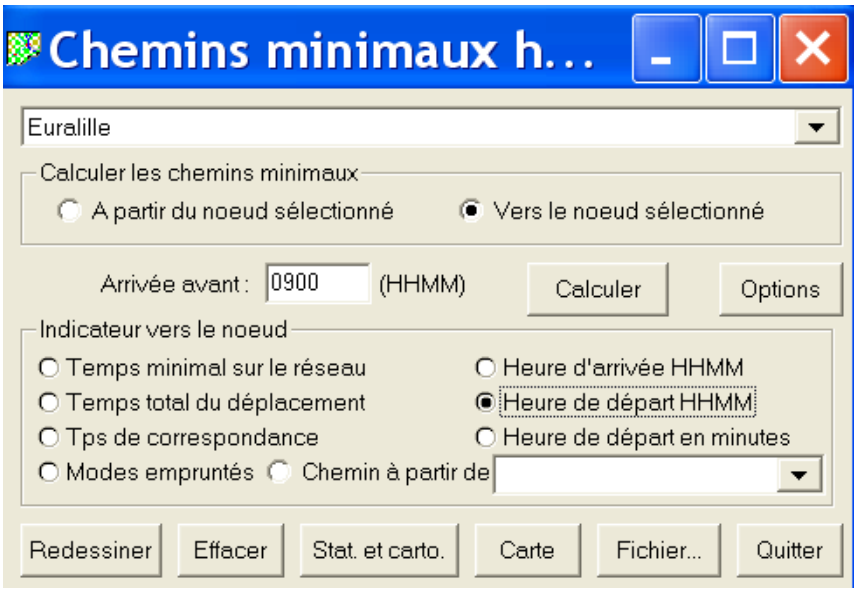


Figure V- 27 : Le calcul des chemins minimaux horaires sur MapNod

La cartographie automatique est assurée par un module dont l'interface est représentée dans la figure V-28. Il contient le choix de la méthode de discrétisation, de représentation (couleur ou taille des disques) et le choix des couleurs ou de la proportionnalité de la taille des disques le cas échéant. La représentation est unipolaire afin de minimiser les erreurs d'interpolation (Cauvin et Enaux 2004), comme le montre la figure V-29 et l'exemple d'une arrivée à 9 heures à Euralille. L'image est ensuite exportable en format vecteur WMF (Windows MetaFile), ce qui permet la modification et l'habillage de la carte sur un logiciel de dessin vectoriel, comme Adobe Illustrator.

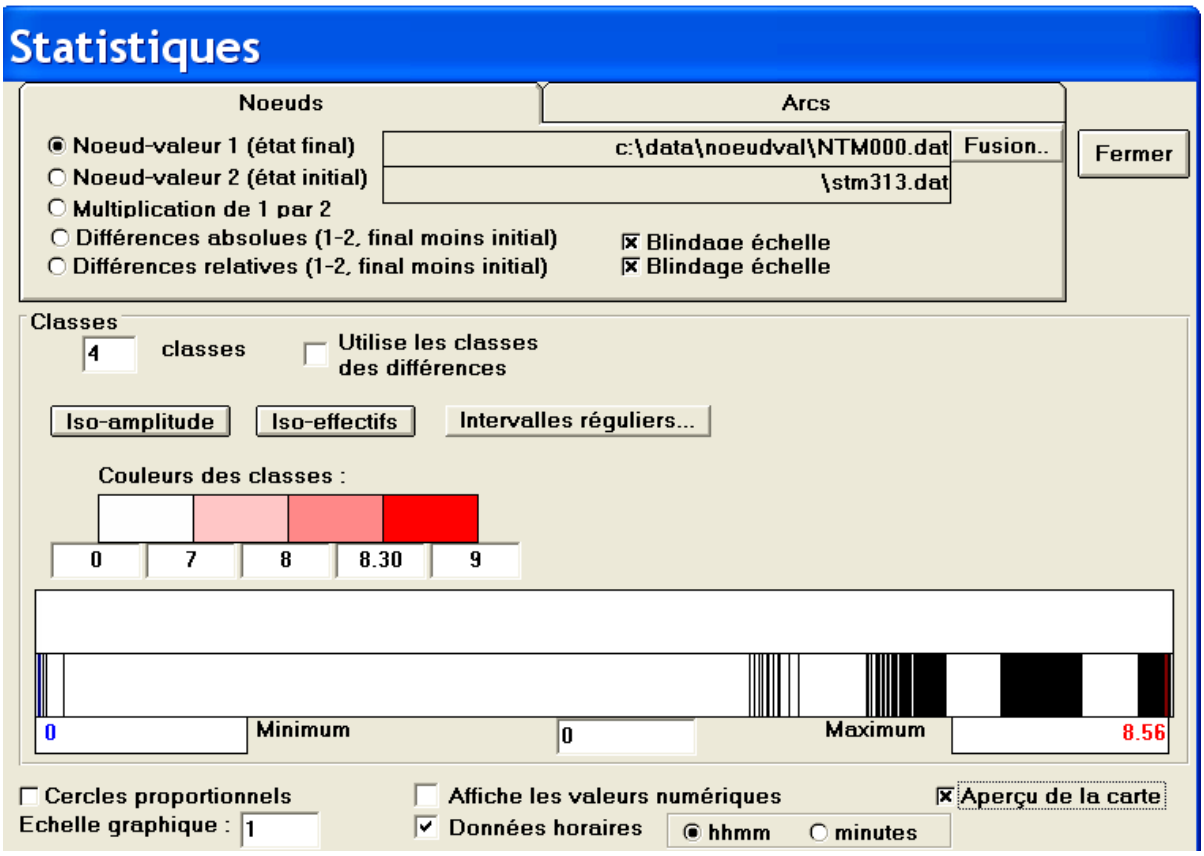


Figure V- 28 : Module de cartographie dans MapNod

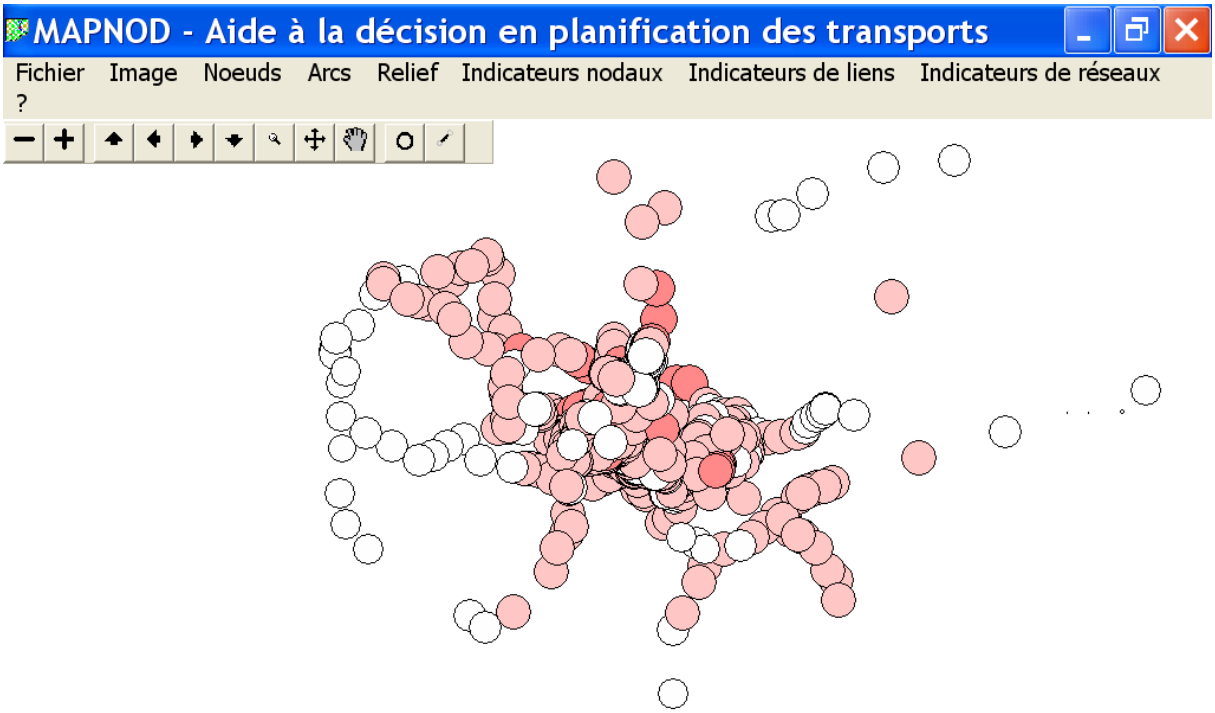


Figure V- 29 : Carte générée par MapNod et enregistrable en WMF

Le fichier de résultats est appelé nœud-valeur et directement assimilable par MapNod. Il se présente comme représenté sur la figure V-30 :

Code du Noeud	Valeur (Heure de départ)	Nom du Noeud

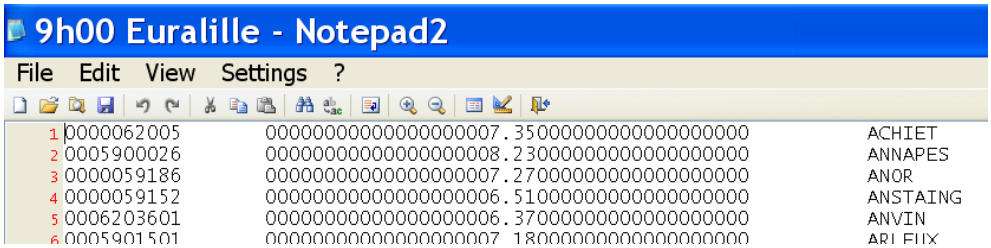


Figure V- 30 : Structure et exemple du fichier noeudval sorti de MapNod

Les quatre mesures (8 heures, 9 heures, 17 heures et 18 heures) ont été effectuées pour les trente sites sélectionnés, ce qui correspond à 120 calculs lancés et 120 fichiers enregistrés. Rappelons qu'une partie seulement des résultats, les plus significatifs, sont discutés dans la thèse (cf. V.3.1).

Le tableau 6 permet de présenter les résultats de manière synthétique. En effet, l'objectif est de mesurer comment les sites sélectionnés sont accessibles et par qui. L'une des possibilités de synthèse de l'information est de simplifier l'espace. En effet, les calculs d'accessibilité servent en grande partie une cartographie des processus spatiotemporels. En résumant l'espace à une série de lieux représentant chacun un sous-espace régional on obtient la même information, mais synthétisée. Ainsi dans chaque région, douze nœuds ont été sélectionnés comme catégorisant des sous-espaces à plusieurs échelles. On retrouve ici les polarités urbaines régionales mais le nœud choisi correspond à l'arrêt de transport modélisé le plus proche du centre-ville des agglomérations. À défaut d'avoir une description précise des villes et de leurs quartiers permettant de simuler un comportement de mobilité potentiel (lieu de domicile - lieu de travail), nous posons en effet comme hypothèse que le centre-ville est le lieu le plus représentatif des villes et aussi l'un de ceux qui abritent les populations qui se déplacent vers les fonctions métropolitaines. Malgré l'existence de périphéries concernées par cette forme de métropolisation, il serait difficile de choisir un lieu périphérique comme représentatif du niveau d'accessibilité d'une ville. Par exemple la ville de Valenciennes est représentée par l'arrêt de tramway « Hôtel de Ville ». C'est le cas pour Arras, Armentières, Béthune, Lens et Tourcoing qui bénéficient d'une desserte en bus, car ou VAL.
D'autre part, si notre travail porte sur l'échelon régional, il ne peut occulter le caractère multi-échelles des organisations spatiales. La finesse des résultats permet ainsi d'aborder les problématiques des transports et des territoires urbains. C'est pourquoi les villes de Nice et Lille ont été divisées plus finement. Pour Lille, l'arrêt de VAL Rihour représente le centre-ville, celui de Wazemmes les quartiers sud et la gare d'Ascq l'Est de l'agglomération. Pour Nice, ce sont des arrêts de bus qui matérialisent la fragmentation de la ville ; « Masséna Place » pour le centre-ville, « Cité Arménienne » pour l'Ouest et « Ariane Général Saramito » pour l'Est. Le tableau présente donc les heures de départ de lieux émetteurs potentiels pour une arrivée à 9 heures dans des sites sélectionnés.

Accessibilité horaire 9 heures

	Arles	Avignon	Briançon	Aix-en-Provence	Marseille	Toulon	Fréjus	Cannes	Cité Arménienne	Masséna Place	Ariane	Ventimiglia
Acropolis	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	6.00	7.03	7.52	7.23	8.34	8.29	8.08
Aéroport	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	6.00	7.03	7.51	7.23	8.12	7.5	7.1
Cap 3000	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	6.00	7.03	7.51	7.23	8.12	7.5	7.1
CADAM	0.00	0.00	0.00	0.00	5.57	6.45	7.03	8.11	7.23	8.12	7.59	7.45
Château-Gombert	7.40	7.20	0.00	0.00	8.42	7.59	6.56	6.28	0.00	0.00	0.00	4.55
Etang de Berre	6.04	5.58	0.00	0.00	6.02	4.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fos sur Mer	7.40	7.20	0.00	0.00	7.59	6.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Marignane	7.40	7.20	0.00	0.00	7.47	6.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Marina	0.00	0.00	0.00	0.00	5.57	6.45	7.03	8.11	7.23	7.37	7.32	7.1
MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	6.00	7.03	7.51	7.23	8.00	7.32	7.1
Monaco	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	6.00	6.36	7.36	0.00	7.48	7.41	8.27
Palais des expositions	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	6.00	7.03	7.51	7.23	8.34	8.29	8.08
Palais des festivals	5.09	4.47	0.00	0.00	6.23	7.10	7.43	8.50	0.00	7.14	7.08	7.10
Arenas	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	6.00	6.36	7.36	7.23	8.23	7.50	7.45
Sophia Antipolis	0.00	0.00	0.00	0.00	5.57	6.45	7.03	8.11	0.00	7.14	7.08	7.10

Acces 9 heures

	Tourcoing Centre	Armentières Hôtel de Ville	Rihour	Wazemmes	Ascq	Calais-Ville	Boulogne-Ville	Arras Robespierre	Hôtel de Ville	Saint-Léger	Maubeuge	Béthune Hôtel des Postes
Comines	6.30	0.00	6.56	6.52	6.32	5.42	4.19	0.00	0.00	0.00	5.08	0.00
Delta 3	6.50	0.00	7.16	7.12	7.09	5.58	4.19	0.00	6.19	7.22	5.47	0.00
Ecole des Beaux-Ar	5.01	0.00	7.27	7.23	7.14	5.58	4.19	0.00	6.35	0.00	7.46	0.00
Euralille	8.33	0.00	8.55	8.51	8.21	7.05	6.02	0.00	8.12	7.44	7.46	7.39
Eurasanté	8.17	0.00	8.50	8.54	8.21	7.05	6.02	0.00	7.52	7.44	7.17	0.00
Euractechnologies	8.12	0.00	8.45	8.49	8.21	7.05	6.02	0.00	7.52	7.22	7.17	0.00
Haute-Borne	8.04	0.00	8.36	8.32	7.14	6.47	6.02	0.00	7.31	7.22	6.48	0.00
Hotel de Région	8.23	0.00	8.49	8.46	8.21	7.05	6.02	0.00	7.52	7.44	7.17	7.39
Houpline	8.05	8.30	8.31	8.27	8.21	7.05	6.02	0.00	7.52	7.44	7.17	0.00
La Coupole	7.33	0.00	7.50	7.46	7.09	7.50	7.02	0.00	7.10	7.22	6.44	7.39
Lesquin	7.53	0.00	8.19	8.15	7.14	6.47	6.02	0.00	7.52	7.22	7.17	0.00
Louvre-Lens	7.33	0.00	7.49	7.45	7.09	6.47	6.02	7.35	7.10	8.29	6.44	7.39
L'Union	8.51	0.00	8.25	8.21	7.14	6.47	6.02	0.00	7.31	7.17	6.48	0.00
Nausicaa	6.28	0.00	6.51	6.47	6.32	8.22	-	0.00	0.00	0.00	5.08	0.00
2 Caps	6.50	0.00	7.06	7.02	6.58	-	8.20	0.00	6.19	0.00	5.47	0.00

Tableau 6 : Accessibilités horaires à 9 heures aux sites sélectionnés en PACA et en NPdC

En orange figurent les relations jugées irréalisables (départ avant 6 heures du matin, plus de 3 heures de trajet) et en vert les relations jugées optimales (moins d'une heure de trajet).
Il est à noter que la connexion avec le réseau urbain allonge considérablement la durée du trajet et que les centres-villes concernés apparaissent comme mal desservis. Une brève analyse peut être menée à partir de ces résultats.

Nord-Pas-de-Calais

Les sites les plus accessibles sont incontestablement les sites lillois, auxquels on peut ajouter en une moindre mesure ceux de l'agglomération (L'Union, Houpline, Lesquin). Viennent ensuite les sites de La Coupole et du Louvre-Lens, puis celui des Deux Caps. Enfin les sites les moins accessibles sont ceux de Nausicaa, Dourges et surtout Comines et Valenciennes. Le schéma centre-périphérie ne paraît donc pas être la seule explication aux différences d'accessibilité.

PACA

Les sites niçois, surtout deux du centre de Nice comme Acropolis et le Palais des Expositions, forment le groupe le plus accessible, auquel il faut ajouter la Marina de Villeneuve-Loubet et le Palais des festivals à Cannes. Monaco, Sophia Antipolis et Château-Gombert occupent une place intermédiaire devant les autres sites marseillais, au sein desquels l'Etang de Berre est de loin le site le moins accessible. La structure la plus évidente est la scission nette en deux sous ensembles ainsi que la différence d'organisation spatiotemporelle entre les deux.

Conclusion

L'accessibilité horaire a clairement montré une plus grande précision temporelle et une meilleure prise en compte de la qualité du service de transport que l'accessibilité classique. Les indicateurs « contrainte sur heure de départ » et « contrainte sur heure d'arrivée » présentent **une analyse fonctionnelle du service de transport qui rend compte des possibilités d'appropriation offertes par les réseaux et donc des possibilités de structuration territoriale.** Quatre indicateurs ont de cette manière été calculés, et l'un d'entre eux (arrivée avant 9 heures), particulièrement significatif, permet de dresser un tableau des condiions d'accessibilité spatiotemporelle régionale. L'usage de ces indicateurs avec des sites sélectionnés accueillant une fonction métropolitaine permet d'atteindre une plus grande précision spatiale et établit un réel potentiel de construction métropolitaine. Il convient cependant de questionner l'accessibilité comme unique indicateur de nature rétistique intégrant une teneur territoriale.

Conclusion Chapitre V

La recherche et la construction d'une méthode en rapport avec la problématique sont une constante de tout travail scientifique. D'autant plus quand, comme dans notre cas, l'on ambitionne de participer à l'aide à la décision et que l'apport méthodologique est au centre de nos préoccupations. Ainsi, partant du concept d'accessibilité (introduit rappelons-le dans le premier chapitre) et de la volonté de dessiner des potentiels de construction territoriale offerts par les réseaux, nous avons parcouru un chemin méthodologique. Après avoir montré la faiblesse des indicateurs d'accessibilité classique et adopté la notion de service de transport comme objet de l'analyse, nous avons développé des indicateurs horaires plus précis et plus territorialisés. L'analyse détaillée des résultats devrait permettre de faire émerger avec précision les dysfonctionnements et les opportunités engendrés par le service de transport collectif dans les deux régions métropolitaines. Néanmoins, avant de passer à l'analyse, nous proposons de continuer notre cheminement au cœur des méthodes. L'accessibilité, si elle s'avère être particulièrement adaptée à notre propos, masque selon nous des caractéristiques du service de transport qui méritent de s'y intéresser.

Chapitre VI : Nouvelles méthodes pour aller plus loin dans l'appréhension de l'inscription territoriale des réseaux

Les calculs d'accessibilité horaire présentent beaucoup d'intérêt dans l'appréhension des qualités territoriales des réseaux. Ils mobilisent à la fois les performances rétistiques et fonctionnelles des réseaux, mais encore leur capacité à susciter une appropriation en mesurant l'adéquation avec les rythmes urbains. Ce type de calculs permet ainsi de se saisir pleinement des opportunités de structuration territoriales et de soutenir des projets d'aménagement du territoire (Menerault, Barré, Conesa, L'Hostis, Pucci et Stransky 2006). L'intégration des politiques de transport et des politiques urbaines est donc facilitée. Cependant cette accessibilité fonctionnelle rend finalement peu compte des effets de différenciations spatiales. En effet, si les résultats tendent à définir des structures, c'est implicitement qu'elles montrent comment les transports reconfigurent les hiérarchies territoriales.

Ainsi les parties VI.1 et VI.2 présentent la création d'un indicateur qui ambitionne de formuler de manière explicite la ségrégation spatiale engendrée par les transports.

La partie VI.3 traite quant à elle d'une méthode qui permet de montrer en termes de masses, plus comparables que des minutes, les différenciations spatiales que le transport génère et les hiérarchies qui en découlent.

L'intérêt de ces indicateurs n'est pas seulement dans la réponse aux problématiques, mais aussi dans l'apport méthodologique.

VI.1 Des indicateurs d'opportunités de desserte

Dans la volonté de prendre en compte l'inscription territoriale des réseaux, un nouvel élément semble pertinent, il s'agit de la desserte. L'objet de cette partie est de montrer comment la desserte peut être considérée comme un complément de l'accessibilité dans les performances territoriales des réseaux et en particulier pourquoi l'accessibilité ne peut rendre compte à elle seule des performances territoriales des réseaux de transport.
L'intérêt pour la desserte conduit à la formulation de nouveaux indicateurs et à la mise au point d'une nouvelle méthode de calcul.

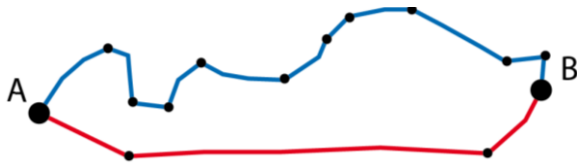
VI.1.1 La desserte comme complément de l'accessibilité dans l'analyse des réseaux de transport

Les calculs d'accessibilité horaire nous renseignent sur les potentiels de fonctionnement des territoires offerts par les réseaux de transport. Néanmoins on peut chercher à approfondir la prise en compte de l'inscription territoriale des réseaux. Ainsi l'accessibilité, y compris en termes horaire, est calculée en temps de trajet. Ces temps correspondent en partie à des performances des réseaux de transport en termes de vitesse. En mesurant l'heure de départ en un point pour une arrivée avant une heure fixée en un autre point, on calcule indirectement la vitesse du réseau de transport. Or les réseaux de transport ne sont pas réductibles à une vitesse entre une origine et une destination, mais doivent être considérés comme des territoires à part entière.
De nombreux auteurs ont fait remarquer que les transports rapides, d'autant plus dans un contexte de métropolisation, réalisent un « *effet tunnel* » (Plassard 1991). On évoque alors l' « *obsession de la vitesse* » ou la « *tyrannie de la vitesse* » (Ollivro 2000) qui se matérialise entre autre par des « avions sur rail ». Ces termes renvoient à un même processus, à savoir que les transports rapides privilégient la relation entre une origine et une destination et escamotent le territoire situé entre. Les exemples du TGV en général ou de la percée alpine du Lyon - Turin illustrent cette disparition de l'espace intermédiaire, devenu interstitiel. Les réseaux de transport sont ainsi moins susceptibles de faire l'objet d'une appropriation car ils servent un rôle de tuyaux, dé-territorialisés. Les manifestations des opposants à des lignes TGV qui ne font que traverser leur territoire sans le desservir en sont une illustration. Cette perte territoriale est légitimée quantitativement par un gain de vitesse, car le fait de ne pas s'arrêter permet de gagner du temps dans un trajet donné. Réciproquement, que peut-on objectivement opposer à une perte de vitesse ?

L'hypothèse soutenue dans cette partie est que la desserte est liée à la vitesse en matière de transport et qu'il est préférable de les considérer conjointement. Ainsi, si on peut penser qu'une partie des usagers bénéficient d'un gain de vitesse, il n'est pas rare qu'ils manifestent

un besoin de desserte. Le cas des communes d'Anstaing et Tressin, situées sur la ligne ferroviaire Lille - Orchies dans le Nord-Pas-de-Calais, illustre cette opposition[16]. En effet les maires des communes concernées constatent que la faiblesse de la desserte ferroviaire engendre une congestion automobile paralysante pour ce bassin de population de 6 000 personnes. De surcroît, les témoignages des habitants manifestent une grande contrainte dans les déplacements vers Lille, pourtant distante de seulement 8 kms, et une difficulté à s'approprier ce territoire fonctionnel.
La desserte contient donc, au même titre que l'accessibilité, des caractéristiques de structuration du territoire. Il convient de noter que cette tension entre vitesse et desserte s'exprime de manière plus on moins forte selon les systèmes urbains et les situations. Par exemple, dans le réseau de la grande vitesse française, l'importance de la vitesse dans les relations entre Paris et les autres grandes villes pose cette question de manière plus aiguë que dans des systèmes urbains plus équilibrés, dans lesquels capillarité et vitesse paraissent être considérés de concert.

Pour appréhender la desserte et l'accessibilité de manière commune, nous mobilisons la notion de **chemin**. Les chemins minimaux calculés sur MapNod représentent ainsi un itinéraire, composé d'une succession de modes et de stations pratiqués, relatif à une origine, une destination et une heure de départ et d'arrivée. Les chemins sont donc localisés dans le temps et dans l'espace. Nous préférons le terme de chemin, plus proche du territoire, à celui faisant trop référence aux transports de chaîne intermodale, bien que les deux termes désignent la même réalité.
L'objectif est donc d'appréhender les caractéristiques du chemin, qui grâce à la modélisation nous offre les bases d'une analyse détaillée du service de transport.
Ainsi, dans un chemin menant d'un point A à un point B, on considère la capillarité, qui représente la qualité de la desserte spatiale.
Dans la figure VI-1, le chemin bleu présente une desserte plus fine que le chemin rouge.



Alexis Conesa 2009

Figure VI- 1 : Des différences d'adhérence dans des chemins théoriques

Plus la desserte est développée, plus elle offrira des possibilités d'accès aux fonctions territoriales à une population élargie et hétérogène. En revanche cela ralentit le trajet de l'origine à la destination.
Cette tension permanente entre la vitesse et la desserte est particulièrement présente à une échelle régionale voire nationale dans les choix de localisation des gares à grande vitesse.

[16] Article de la *Voix du Nord* du 13 Février 2008

Un examen synthétique de la situation de la grande vitesse française montre d'ailleurs que pour la majorité des cas on a opté pour une gare périphérique, ne desservant pas les centres-villes (Facchinetti-Mannone 2004). L'intérêt est de gagner du temps en bout de ligne du point A (en l'occurrence bien souvent Paris) au point B (l'extrémité de la LGV). La vitesse l'emporte donc sur la desserte.

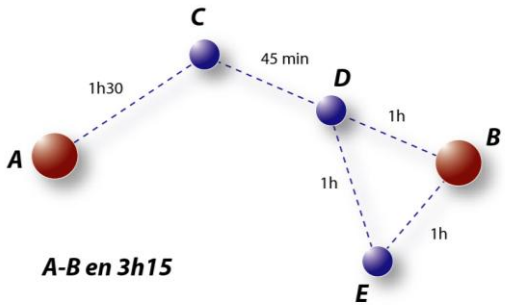
La piste des gains de temps

Dans notre optique d'évaluer les réseaux de transports en prenant en compte la desserte et non seulement la vitesse, nous avons développé des indicateurs utilisant les gains de temps dans les différentes nodosités du territoire pour en mesurer la généralisation. Il s'agit donc de calculer les inégalités de la répartition des gains d'accessibilités dans l'espace.

La méthode choisie est issue des calculs d'inégalités de revenus utilisés en économie : coefficient de Gini, Indice de Theil, Indice de Hoover etc…
Nous appliquons ces calculs sur la répartition des gains de temps par gares desservies par le réseau de transport. Cet indicateur nodal permet donc d'appréhender l'accessibilité généralisée par nœuds. Notons que la démonstration est théorique et que dans un contexte territorial le fait d'additionner ou de diviser des gains de temps ainsi que de calculer leur distribution n'aurait pas beaucoup de sens. On considère donc les gains de temps comme un revenu pour les villes, mais c'est uniquement dans le but d'essayer de formuler des disparités dans l'accessibilité en conservant des termes temporels.
L'exemple est donc théorique :
Un réseau de villes est concerné par un projet de transport rapide dont le tracé pose question. Les réseaux actuels et futurs ont été modélisés dans un graphe non orienté mais valué en temps de parcours.

Temps de parcours en minutes en fonction de scénarios
Situation initiale, une distribution de villes et des temps de parcours théoriques :

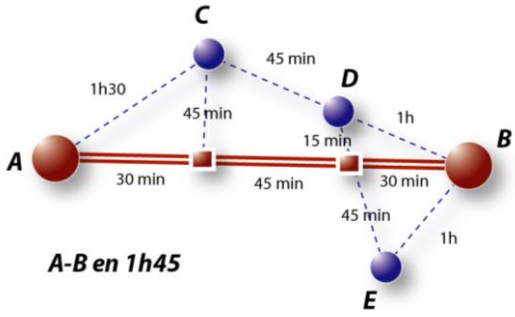
	B	C	D	E
A	195	90	135	195
B		105	60	60
C			45	105
D				60



Scénario 1 : temps de parcours théoriques

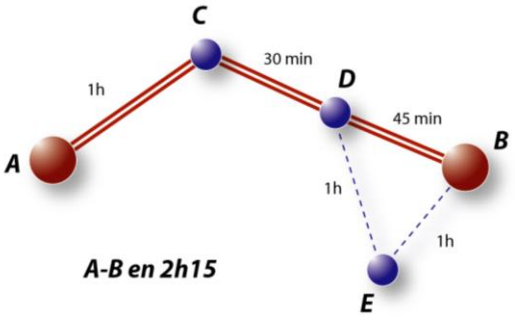
Relation directe entre A et B et gares bis

	B	C	D	E
A	105	75	90	120
B		90	45	60
C			45	105
D				60



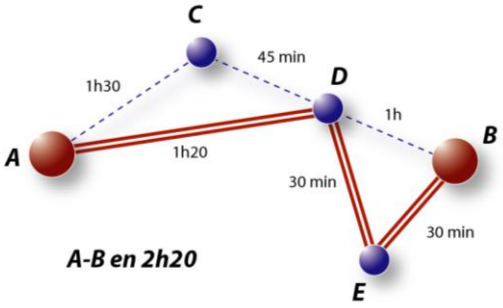
Scénario 2 : temps de parcours théoriques
Passage par la gare centrale de C et D

	B	C	D	E
A	140	60	90	150
B		75	45	60
C			30	90
D				60



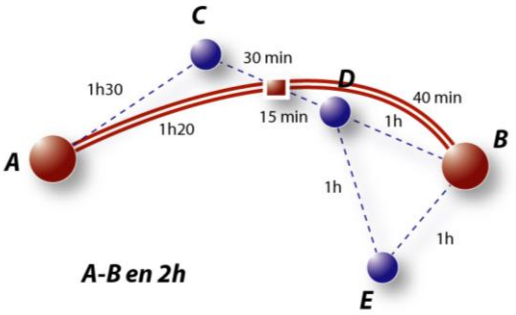
Scénario 3 : temps de parcours théoriques
Passage par D et E

	B	C	D	E
A	140	90	80	110
B		105	60	30
C			45	75
D				30



Scénario 4 : temps de parcours théoriques
Gare bis entre C et D

	B	C	D	E
A	120	90	95	155
B		70	55	60
C			45	105
D				60



Précisons que les simulations ne sont pas construites à réseaux constants : le scénario 1 propose une infrastructure de plus que les autres. En effet il représente une logique de création d'une nouvelle infrastructure avec deux nouvelles gares périphériques de type gare-bis et des dessertes entre les gares-bis et les gares centrales.
Les scénarios 2 et 3 au contraire représentent des logiques de modernisation des lignes existantes entre A et B. À chaque fois, une ville est ignorée par cette modernisation (C ou E).
Enfin le scénario 4 propose aussi une nouvelle infrastructure avec la création d'une nouvelle gare à l'intersection des lignes nouvelles et traditionnelles. Cette nouvelle gare permet le raccordement entre les deux infrastructures.

	sc1	sc 2	sc3	sc 4
A	225	175	195	155
B	120	100	85	115
C	30	90	30	35
D	60	75	85	45
E	75	60	175	40

Tableau 7 : Distribution des cumuls de gains de temps théoriques unipolaires selon les scénarios

Jaune : Meilleur gain
Vert : Meilleur scénario

On peut constater qu'à part dans le scénario 3 passant bénéficiant à E, les extrémités sont toujours les nœuds les plus favorisés.
A partir de là, la question d'une agrégation et d'une comparaison précise et chiffrée des scénarios se pose : quel scénario est le meilleur ?
Une première réponse peut être statistique : on peut calculer la somme des gains de temps absolus, comme le montre le tableau 8.

SOMME DES GAINS			
sc 1	sc 2	sc 3	sc 4
510	500	570	390

Tableau 8 : Somme des gains par scénario

Jaune : Meilleur gain
Bleu : Plus faible gain

On constate que c'est le scénario 3 qui apporte le plus de gain de temps et le scénario 4 le moins. Le résultat apparaît assez logique étant donné que le scénario 3 nécessite la construction de 3 segments de directions différentes alors que le scénario 4 n'en présente

qu'un, sans rabattement qui plus est. Le scénario le plus coûteux serait donc le plus performant et inversement.
En outre, ces résultats présentent des limites évidentes : le scénario 2, bien que moins performant en somme de minutes gagnées que le scénario 3, possède une distribution spatiale des gains de temps plus homogène : toutes les villes gagnent au moins une heure et 3 d'entre elles gagnent au moins une heure et demie contre seulement 2 pour le scénario 3 et une ville qui y gagne une demi-heure seulement. Le scénario 3 déclasse nettement la ville C, ce processus de ségrégation présente une réalité territoriale que l'on ne peut négliger.
En effet, compte tenu des problématiques soulevées dans la partie introductive, il peut s'avérer intéressant de connaître cette distribution des gains de temps pour évaluer un projet de transport non seulement sur son efficacité générale (somme des gains de temps) mais aussi sur la distribution de ces gains de temps.
Comme précisé plus haut nous mobilisons donc des indices économiques de répartition des revenus pour caractériser les distributions spatiales des gains de temps.

Calculs d'indices

Coefficient de GINI :

$$G = 1 - \sum_{k=0}^{k=n-1} (X_{k+1} - X_k)(Y_{k+1} + Y_k)$$

Où X est la part cumulée des gares et Y la part cumulée des gains de temps. L'effectif est de 5 gares pour une somme allant de 390 à 570 minutes.
Le coefficient de Gini représente l'écart de la distribution par rapport à une distribution qui serait totalement équitable, c'est-à-dire que toutes les gares auraient les mêmes revenus, c'est-à-dire les mêmes gains de temps. Plus le coefficient se rapproche de 1 et moins la distribution est équitable.

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Coefficients de Gini	0.35	0.2	0.29	0.32

Tableau 9 : Coefficients de GINI selon les scénarios

Moins équitable
Plus équitable

Le tableau 9 montre que le scénario 2 est le plus équitable. Le scénario 1 est le moins équitable devant le scénario 4. Si ces indicateurs devaient guider des choix, l'arbitrage se situerait sans doute entre les scénarios 2 et 3, selon les choix politiques.

Quoi qu'il en soit, on peut juger que les coefficients de GINI donnent des informations sur les inégalités dans les gains de temps.

Indice de Theil :

$$T_T = \ln \frac{A_{\text{total}}}{E_{\text{total}}} - \frac{\sum_{i=1}^{N} E_i \ln \frac{A_i}{E_i}}{E_{\text{total}}}$$

N : Nombre des quantiles (gares)
Ei : ressources pour le quantile (la gare) i,
Ai : effectif dans le quantile i,
Etotal : gains de temps totaux,
Atotal : effectif total (nombre de gares).

Atotal = 5 ; N = 5 ; Ai = 1 ; Etotal varie entre 390 et 570
L'indice est nul quand la répartition est parfaitement équitable et augmente avec l'inégalité.
Indices de Theil selon les scénarios et les configurations :

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Indice de Theil	0.21	0.07	0.16	0.18

Tableau 10 : Indices de Theil selon les scénarios

Plus inéquitable
Plus équitable

Les résultats sont similaires à ceux obtenus avec le coefficient de Gini.

Indice de Hoover :

$$H = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{N} \left| \frac{E_i}{E_{\text{total}}} - \frac{A_i}{A_{\text{total}}} \right|$$

N : Nombre des quantiles
Ei : ressources pour le quantile i,
Ai : effectif dans le quantile i,
Etotal : gains de temps totaux,
Atotal : effectif total (nombre de gares).
Atotal = 5 ; N = 5 ; Ai = 1 ; Etotal varie entre 390 et 570
L'indice est nul quand la répartition est parfaitement égale et augmente avec l'inégalité.

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Indices de Hoover	0.28	0.15	0.25	0.29

Tableau 11 : Indices de Hoover selon les scénarios

Plus inéquitable
Plus équitable

L'indice de Hoover, le plus simple des indicateurs d'inégalités, montre que le scénario 4 est moins équitable que le scénario 1. C'est la seule différence avec les autres indices.

Le manque de prise en compte du territoire

Les mesures précédentes donnent donc une idée des qualités d'accessibilité offertes par les réseaux existants ou en projet. L'indicateur mêle donc des qualités temporelles et de desserte dans un seul nombre. La desserte est ici prise implicitement en compte. Son incorporation dans le calcul n'est pas formulée, c'est simplement le fait de segmenter les gains de temps par arrêt qui introduit l'idée de desserte, mais les valeurs mobilisées dans ces calculs restent des gains de temps.
En effet, s'il est légitime de penser que l'objectif principal de tout aménagement des réseaux de transport est de faire gagner du temps de parcours aux espaces concernés, doit-il pour autant être considéré comme le seul objectif affiché dans l'évaluation territoriale que l'on en fait ?
En dehors du simple aspect quantitatif du nombre de minutes perdues ou gagnées, ne semble-t-il pas intéressant d'introduire le potentiel d'ouverture sociale du transport en commun ? En effet, si la mobilité n'est pas nécessairement une compensation aux inégalités sociales, le réseau constitue un potentiel d'interaction par l'accès. Les premiers chapitres (voir Chapitre 1 et Chapitre 2) plaident pour une appréhension des dynamiques de ségrégation par l'inégal accès aux services de transport.

En outre, la notion de service de transport englobe bien cette caractéristique : le réseau n'est pas qu'un instrument servant à se rendre d'un point à un autre de manière automatique et prédéfinie. Il permet aussi de parcourir un espace dans lequel il est possible de pénétrer à différents moments/endroits (rappelons que nous évoluons dans un système spatiotemporel) et réciproquement il permet aux individus résidant dans cet espace d'accéder au service de transport à partir de différents endroits et à différents moments.
Cette acception du rôle des transports vis-à-vis de la société inclut donc une notion de possibilité, de potentiel offert ou non et à double sens : pénétration dans le territoire et rabattement vers le réseau de transport. Certes, la réalisation de ce potentiel peut se heurter à des problèmes de gestion urbaine et relève d'une problématique hautement politique, mais la mesure de la finesse de desserte des réseaux permet d'introduire ce débat dans une approche quantitative des transports.

De manière plus pragmatique, la desserte directe d'un arrêt par un moyen de transport est différente d'un gain de temps indirect par une connexion sur ce moyen de transport. Le TGV ou le tramway sont ainsi des moyens de transport modernes et souvent chargés d'un rôle politique ou symbolique. En cela ils deviennent aussi des outils de ségrégation, non seulement en termes d'accessibilité mais aussi en termes de représentation. Il y a donc un « déclassement » des espaces non desservis qui signifie autant que les minutes perdues.

Plusieurs exemples peuvent illustrer ce phénomène de déclassement, et montrer comment la desserte des arrêts est fondamentale dans la construction ou la fragmentation des espaces.

i*Venise*

Pour rejoindre la place faisant office de gare routière à Venise, la Piazzale Roma, depuis l'aéroport Marco Polo, 3 choix de transports collectifs s'offrent à l'usager (http://www.e-venise.com/bus_autobus_aeroport_de_venise.htm).

-la ligne de bus ACTV, d'un trajet durant de 25 à 35 minutes, pour une fréquence de 10 minutes et un prix d'un euro.

-le bus ATVO, autre compagnie de transport, qui présente un service moins fréquent (20 ou 30 minutes), plus rapide (15 à 25 minutes de trajet) et plus cher (3 euros). L'intéressant est surtout que cette compagnie, pour le même trajet origine - destination, présente un itinéraire différent puisque les gains de temps sont réalisés grâce à la suppression de certains arrêts, la desserte est donc moins fine.

-enfin la compagnie ACTV offre aussi des navettes en bateau, les *vaporetti*, à un prix de 6 euros et cinquante centimes.

Les 3 réseaux de transports en commun vont dessiner 3 espaces de vie différents. Le premier va concerner les populations à faibles revenus et va pénétrer davantage dans le territoire, éventuellement ce seront des habitués résidents non loin des arrêts desservis par le bus ACTV. Le deuxième territoire façonné par le réseau est réservé à un public à revenus plus élevés et plus concerné par l'accès direct à Piazzale Roma, l'espace interstitiel est donc ici escamoté au profit de la desserte. Cette plus-value d'accessibilité se paye donc 2 euros.

Le troisième réseau structure un espace quasi-exclusivement dédié à la fonction touristique.

ii*Lyon*

La ségrégation spatiale produite non seulement par le différentiel d'accessibilité mais aussi par l'itinéraire trouve une autre illustration à Lyon.

Ici la différence ne vient pas d'une concurrence entre 2 exploitants différents mais bien d'un service public dédoublé. En effet, pour rejoindre la ville de Lyon (gare Part-Dieu) depuis l'aéroport de Saint-Exupéry, là encore les effectifs vont être ségrégés entre le LEA, ligne de tramway classique desservant la zone industrielle de Meyzieu à l'est de l'agglomération, fréquente et bon marché, et le LESLYS, ligne de tramway express, qui, sur la même emprise, propose une liaison directe entre Part-Dieu et l'aéroport, plus rapidement, plus onéreusement et moins fréquemment.

On peut aisément extrapoler une ségrégation entre une clientèle composée des ouvriers travaillant dans la zone industrielle et un public d'hommes d'affaires adeptes de l'avion.
C'est cette ségrégation par le chemin qui nous intéresse ici et qui n'est pas complètement soluble dans les calculs de la répartition de l'accessibilité présentés précédemment.
L'évaluation d'un projet de transport par les calculs d'accessibilité peut donc omettre ces caractéristiques territoriales du service de transport.
Notons bien que les calculs d'accessibilité peuvent remédier à ce manque en pénalisant la connexion dans la formulation des calculs de temps de parcours. Cependant cette prise en compte reste artificielle et sujette à interrogation : quel coefficient appliquer à la minute d'attente par rapport à la minute transportée (Larbi 1994[17], Dériaz 1999[18]…) ?
Notre approche est différente : nous souhaitons mesurer les qualités territoriales de desserte des réseaux de transport pour les mettre en vis-à-vis avec les qualités de vitesse. Notre démarche méthodologique relève d'une analyse multicritères des projets de transport plutôt que de l'agrégation en un nombre de minutes (pondérées ou non) d'une réalité spatiale.

[17] Larbi, H., *Les coûts de la mobilité urbaine dans le Grand Tunis*, « Les Transports dans les villes du Sud », Godard X., Karthala 1994, Tunis, pp. 243-255
[18] Dériaz, B., *Affectation TC selon l'horaire, premiers tests et premières questions*, Première réunion francophone des utilisateurs d'Emme, Lille, 15 et 16 Novembre 1999

VI.1.2 Les nouveaux indicateurs

Les exemples de Lyon et Venise nous montre que le chemin est un facteur discriminant des réseaux de transports et que cet effet conduit à une fragmentation spatiale qui, selon nous, doit être explicitement formulée dans l'analyse et l'évaluation des transports.
Comme nous l'avons suggéré, c'est la qualité de desserte, que l'on pourra qualifier, par analogie aux réseaux hydrographiques, de capillarité des réseaux que nous souhaitons mesurer. Dans une optique scientifique autant qu'opérationnelle, la construction d'un indicateur neuf et original nous semble être apte à renouveler une partie des réflexions sur les rapports entre les transports et les territoires. À titre d'exemple, les relations entre les réseaux de transport et leur emprise spatiale a déjà fait l'objet de divers travaux portant sur la couverture spatiale et l'équité (Electre, Stathopoulos 1994) ou sur la modélisation de la desserte spatiale (Géométrie fractale, Genre-Grandpierre 2000). Cependant nous souhaitons orienter notre recherche sur un versant plus qualitatif. Pour ce faire, nous construirons pour un chemin donné un indicateur représentant l'intérêt de procéder à des arrêts et qui compense la perte de temps. Il se décompose en plusieurs indicateurs, qui, séparément, peuvent correspondre à des analyses en vue de politiques d'aménagement spécifiques.

L'adhérence

Les exemples précédents mettent en exergue l'importance de la finesse de la desserte, c'est-à-dire de manière pragmatique le nombre d'arrêts. Cet indicateur simple fait référence au concept d'adhérence, développé par George Amar puis Gabriel Dupuy (Amar 1993, Dupuy 2005). Il représente la possibilité de changer de destination. Le mode aérien est donc le moins adhérent et le mode piéton le plus. Au-delà de cela, nous comprenons aussi l'adhérence comme la possibilité d'initier ou de mettre un terme au déplacement. Plus largement c'est la possibilité de coller aux « *instances urbaines* » (Amar 1993), ou plus simplement au territoire.
Le premier indicateur de l'adhérence est donc le nombre d'arrêts. En effet, nous considérons que la perte de temps concédée implique une contrepartie, qui est l'amélioration de l'adhérence du réseau de transport. Plus grand est le nombre de lieux reliés les uns aux autres et plus le fonctionnement du territoire est favorisé. De plus, la réduction des interstices, des espaces escamotés limite la fragmentation.
En reprenant notre exemple théorique précédent, nous pouvons mettre en évidence un manque des analyses en termes d'accessibilité uniquement. En effet, le scénario 1 est pour deux indices sur trois moins équitable que le scénario 4. Or en termes d'adhérence le scénario 1 est supérieur, puisqu'il dessert directement 2 arrêts entre A et B, contre un seul pour le scénario 4. Ce surplus de capillarité est mal traduit par les indicateurs en termes de gains de temps.

Cet indicateur simple peut en outre se perfectionner.
En effet, l'adhérence contient l'idée de la possibilité de changer d'itinéraire. Ainsi un réseau pourrait être jugé sur les possibilités qu'il offre en termes de connexion. Concernant les

chemins, un grand nombre de connexions permettra une multiplication des possibilités de trajet. Nous choisissons donc de compter ces connexions.
Pour enrichir cet indicateur et introduire des masses dans le calcul, nous proposons de prendre en compte aussi le rabattement routier par l'intermédiaire des places de parkings dans les différents arrêts de transport. Nous formulons donc cet indicateur, noté **I** car il représente les qualités d'*irrigation* du réseau de la manière suivante :

I = R +K

Où

R est la somme des connexions sur le chemin. Il **prend la valeur de 1 pour chaque mode rencontré.** Pour les connexions au même mode, la valeur de 1 est attribuée uniquement si la connexion permet de changer effectivement de direction. Ainsi une connexion dans le même mode vers un arrêt différent mais dans la même direction n'est pas prise en compte. Pour le calculer il a fallu **recenser les connexions topologiques** en chaque nœud. Ce travail a été effectué à l'aide de la représentation du graphe dans MapNod. Il s'agit donc uniquement de connexions infrastructurelles, sans appréhender le service. En effet, il aurait fallu recenser les missions autorisant effectivement les correspondances dans un pas de temps défini, procédure trop lourde à mettre en place sur l'ensemble des chemins étudiés. L'automatisation du calcul de correspondances sur un nœud est maintenant possible grâce à l'outil PerfNod développé par Loïc Commagnac et Thomas Leysens.
R varie de 1 à 3 pour nos 2 graphes. En effet, dans le graphe du Nord-Pas-de-Calais, Lille-Flandres est reliée à 2 lignes TGV (donc une connexion en plus de la ligne du chemin analysé), des lignes TER et le VAL. Une autre solution est une gare TER connectée à 2 lignes de train, des lignes de car et des lignes de bus comme c'est le cas pour la gare de Lens. Le cas de figure à 4 connexions (TGV + TER + VAL + Bus ou TER + VAL + car + bus ou TGV + TER + car + bus etc.) ne se produit jamais.
Dans le graphe PACA 2007, les seules possibilités de connexion sont le TGV, le TER, le car et le bus. La seule triple connexion est en gare de Nice-Ville (TGV + TER + Bus). Rappelons que pour Marseille les réseaux urbains, en particulier le tramway, n'ont pas été modélisé, ce qui enlève une connexion par rapport à Nice. Le TGV circule sur ligne classique de Marseille à Nice mais il constitue néanmoins selon nous un mode de transport différent du TER, car le service est différent (notamment sur le plan de la capillarité).

K est un indicateur construit sur la base de la **somme des places de parking rencontrées dans les différentes gares** sur le chemin (parking de la gare ou à défaut parking proche, soit à portée décamétrique). Il représente le potentiel de rabattement automobile, donc à la fois la population motorisée susceptible d'accéder au transport et réciproquement le territoire accessible en voiture depuis le chemin.
Nous avons normalisé l'indicateur I (I=R+K) en mettant à égalité dans les ordres de grandeur le rabattement TC et VI. Ainsi nous avons **attribué à K les valeurs suivantes, qui varient aussi de 0 à 3** :

Pas de parking : K=0

Entre 1 et 100 places de parking : K=1

Entre 101 et 1000 places de parking : K=2
Plus de 1001 places de parking : K= 3

Cette distribution correspond assez bien à la distribution des gares (petites villes, grandes villes, gares TGV périphériques).

Les principaux parkings de gare sont **recensés sur les sites Internet** des différents opérateurs (Effia ou Vinci). En revanche, la plupart des petites gares n'ont pas de parkings suffisamment grands pour avoir fait l'objet d'un comptage ou d'un enregistrement. Pour 85 % des gares de PACA et 95% des gares de NPDC la méthode a été le **comptage visuel des places de parkings sur les photographies satellites**.

Les opportunités territoriales

Pour aller plus loin dans l'analyse, nous devons reproduire l'enchaînement logique qui nous a conduits aux premiers indicateurs. En effet, chaque arrêt n'a pas la même valeur. La desserte d'un pôle régional et celle d'un bourg villageois ne présente pas le même intérêt dans la construction métropolitaine. Ainsi, dans notre approche, nous considérons que desservir un pôle métropolitain principal présente plus d'intérêt pour la construction territoriale que de desservir une commune rurale quelconque.
L'accent est mis ici sur les différentes unités spatiales, les nodosités (Raffestin 1980), caractérisées par leur place dans la hiérarchie urbaine des espaces métropolitains. L'approche se différencie donc des analyses basées sur les masses, principalement les populations (Chapelon, Jouvaud et Ramora 2004). Par exemple, un classement par la population donnerait un grand écart entre Marseille et Nice. Or, dans la configuration de PACA, on peut considérer que ces deux métropoles jouent le même rôle de capitale régionale dans la construction métropolitaine. À l'instar du classement plurifonctionnel des métropoles de Gilles Antier (voir Chapitre II), on préfère attribuer des niveaux représentés par des chiffres pour formuler un indicateur cohérent plutôt que de s'attacher à décrire qualitativement des réalités locales.

Nous reprenons ainsi les catégories au centre des réflexions des aménageurs (voir Chapitre IV, Buisson et Mignot 1995, Camagni 1993, Laborie 1991, Sallez et Vérot 1993) pour établir une typologie simplifiée. À l'échelle de la région métropolitaine, nous distinguerons donc la capitale régionale, les polarités secondaires et les autres nodosités.

$$\mathbf{N = \alpha N1 + \beta N2 + \gamma N3}$$

Où N1 est le nombre **de capitales régionales** desservies
N2 est le nombre de **polarités secondaires** desservies
N3 est le nombre d'**autres nodosités** desservies

Nous avons en outre mis en lumière dans le Chapitre IV l'importance des fonctions dans le fonctionnement métropolitain. L'accès aux fonctions sur le chemin peut donc aussi être mobilisé dans un calcul.

Comme pour les hiérarchies l'ensemble des fonctions est décomposé en trois niveaux : fonctions métropolitaines, fonctions régionales et autres fonctions.

F = (δF1 + ζF2 + θF3)

Où F1 est le nombre de **fonctions métropolitaines** accessibles
F2 est le nombre de **fonctions régionales** accessibles
F3 est le nombre de **fonctions de proximité** accessibles

L'attribution des fonctions de niveau 1 et 2 s'est faite en grande partie en **consultant les documents d'aménagement**.
Les pôles territoriaux choisis (cf. Chapitre V) sont classés comme fonction de niveau 2. On y ajoute les fonctions économiques de portée régionale ou sans ambition de recherche ou de haute technologie. Viennent ensuite les équipements universitaires sans unité de développement associée et les équipements culturels de niveau régional (musées, stades…).
La différence avec le niveau 1 est parfois ténue et **ne peut prétendre à l'objectivité totale**. La sélection a été guidée par l'analyse de la métropolisation comme exprimée dans la première partie de la thèse (cf. EMS : commandement, gestion, innovation, art…).
Exemples : la zone industrielle de Saint-Isidore à Nice est de niveau 2 alors que celle de Château-Gombert est de niveau 1. Le musée des Beaux-Arts de Lille est niveau 2 alors que le futur musée du Louvre 2 à Lens est niveau 1 etc.
En outre l'objectif n'est pas tant d'opérer à une décomposition clinique et rationnelle de ce que sont les territoires de PACA et NPdC mais bien de proposer une méthodologie nouvelle en vue d'une meilleure analyse des réseaux de transport.

La séparation entre la place dans la hiérarchie urbaine et le niveau fonctionnel est selon nous justifiée car les processus qui amènent les fonctions dans les villes et ceux qui en augmentent l'importance sont désynchronisés. Une fonction métropolitaine peut ainsi être attribuée à une ville de moindre importance, comme l'atteste l'exemple du Louvre à Lens. L'information apportée n'est donc pas nécessairement redondante. Il est donc possible d'additionner ces deux indicateurs. Le calcul de cette somme d'opportunités territoriales, appelée T, se formule de la manière suivante :

T = [(αN1 + βN2 + γN3) + (δF1 + ζF2 + θF3)]

Les valeurs α, β, γ, δ, ζ, θ ne sont pas définies par des formules ou lois mathématiques, elles sont fixées empiriquement. La méthode employée a été de manipuler une grande quantité de données à des fins heuristiques. C'est donc par une succession de tests que nous avons définis la valeur de ces paramètres. Ceux-ci sont donc l'expression d'une vision de la réalité, portée par la volonté de contraster des situations-types différentes. Ainsi ce *calibrage* a été effectué successivement sur des situations théoriques (aucun arrêt, multitude d'arrêts, un centre métropolitain desservi etc.) puis réelles dans les deux régions (desserte de Lille mais pas des

arrêts de métro, desserte des petites gares de la Côte d'Azur mais pas de Toulon etc.) en tenant compte des hiérarchies urbaines et en construisant une mesure qui discrimine les situations. Ces paramètres n'ont donc pas de prétention à l'universalité ni au définitif.
Partant des bases de données de PACA et de NPdC, les paramètres ont donc été fixés de la manière suivante :
$\alpha = 10$, $\beta = 6$, $\gamma = 3$, $\delta = 10$, $\zeta = 6$ et $\theta = 3$
Cela signifie qu'**une capitale régionale vaut 10 là où un pôle secondaire vaut 6 et une gare quelconque 3**, la même distribution est retenue pour les fonctions. Ces paramètres ont l'avantage de la simplicité. Signalons enfin que sur la longueur d'un chemin régional et étant donné le nombre d'arrêt, une modification minime de ces paramètres n'entraîne pas de changement dans les proportions entre les résultats. Des tests ont montré que si les paramètres étaient fixés à $\alpha = 12$, $\beta = 5$, $\gamma = 2$ etc., les différences dans les valeurs d'O des chemins étudiés ne modifieraient pas l'analyse produite et le commentaire afférent.

L'approche mobilise donc deux mesures, chacune pouvant répondre à des problématiques d'aménagement ou encore des politiques spécifiques. En effet, tel décideur voudra tester les opportunités que relève un projet de transport dans la mise en relation des pôles urbains et l'autre dans une optique plus fonctionnelle souhaitera analyser comment les fonctions métropolitaines sont desservies.
La même réflexion est possible pour les qualités de connexion, qui sont aussi un aspect des transports qui méritent d'être analysées isolément.
Pourtant, nous postulons que ces trois indicateurs se rejoignent dans le fait qu'ils mesurent d'une certaine manière les qualités de desserte d'un chemin, ou l'intérêt qu'il présente du point de vue territorial, nonobstant ses qualités d'accessibilité. En effet, les quatre sous-indicateurs (N, F, K et R) sont certainement corrélés, bien que nous les considérions comme non redondants. Les logiques d'agglomération impliquent que plus la taille de la ville desservie par l'arrêt est importante, plus celle-ci a de chance d'accueillir des fonctions de haut niveau et de permettre un rabattement important vers les autres réseaux. Si ces quatre indicateurs peuvent être analysés séparément car ils sont de nature différente, notre objectif de quantification de la capillarité nous amène à les considérer de manière globale.

Nous proposons donc un indicateur synthétique, noté O pour opportunités de desserte.
O = (T + I)

Nous considérons ainsi que ces différents éléments s'additionnent le long du chemin.Dans cette optique, on peut observer que les valeurs de K et R sont au mieux égales à celles des petits arrêts. Ce rapport de force largement favorable à N et F se justifie selon nous par le fait que les opportunités territoriales paraissent effectivement les plus importantes dans les trajets. On dessert une ville ou une fonction avant de considérer les qualités de connexions qui permettent d'avoir accès à d'autres villes ou d'autres fonctions. Ce facteur « direct » paraît légitimement plus important que le facteur « indirect » I.

L'objectif final est de comparer cet indicateur avec les gains de temps, dans une approche multicritères. Si l'indicateur a l'ambition de proposer un résultat directement comparable avec d'autres chemins, possiblement de longueurs différentes, il faut le standardiser.

Pour cela il nous faut diviser O par la distance euclidienne entre A et B. Ainsi, nous pourrons comparer les O correspondant à des chemins de longueurs différentes.

Ainsi,

DO= O/d

Où d est la distance euclidienne.

Nous divisons donc la somme des opportunités par la distance à vol d'oiseau, car c'est le seul moyen d'éviter de prendre en compte la circuité[19], qui est une variable dont nous voulons nous détacher (cela pénaliserait d'emblée les modes les plus adhérents).

Logiquement, nous diviserons les temps d'accès par la distance également pour pouvoir les comparer. Il sera donc question de vitesse et de densité d'opportunités.

Le calcul des indicateurs O et DO a nécessité un réinvestissement méthodologique. Ainsi, comme on l'a vu précédemment, la première partie du travail consiste à attribuer des valeurs aux différents nœuds. On dessine ainsi une carte des opportunités de desserte potentielles, préalablement à l'étude de l'activation de ces opportunités par les chemins minimaux sélectionnés. Ce substrat dans lequel les chemins élisent les lieux du territoire pratiqué est représenté sur les figures VI-2 et VI-3. Sur ces cartes la somme d'opportunités de desserte par nœud est représentée par des disques de taille proportionnelle. Néanmoins, afin de faciliter la lecture et la comparaison, l'ajout d'un code couleur reprend cette information et la synthétise dans les deux cartes

[19] Détour imposé par l'utilisation des réseaux par rapport à la ligne droite (Kansky 1989).

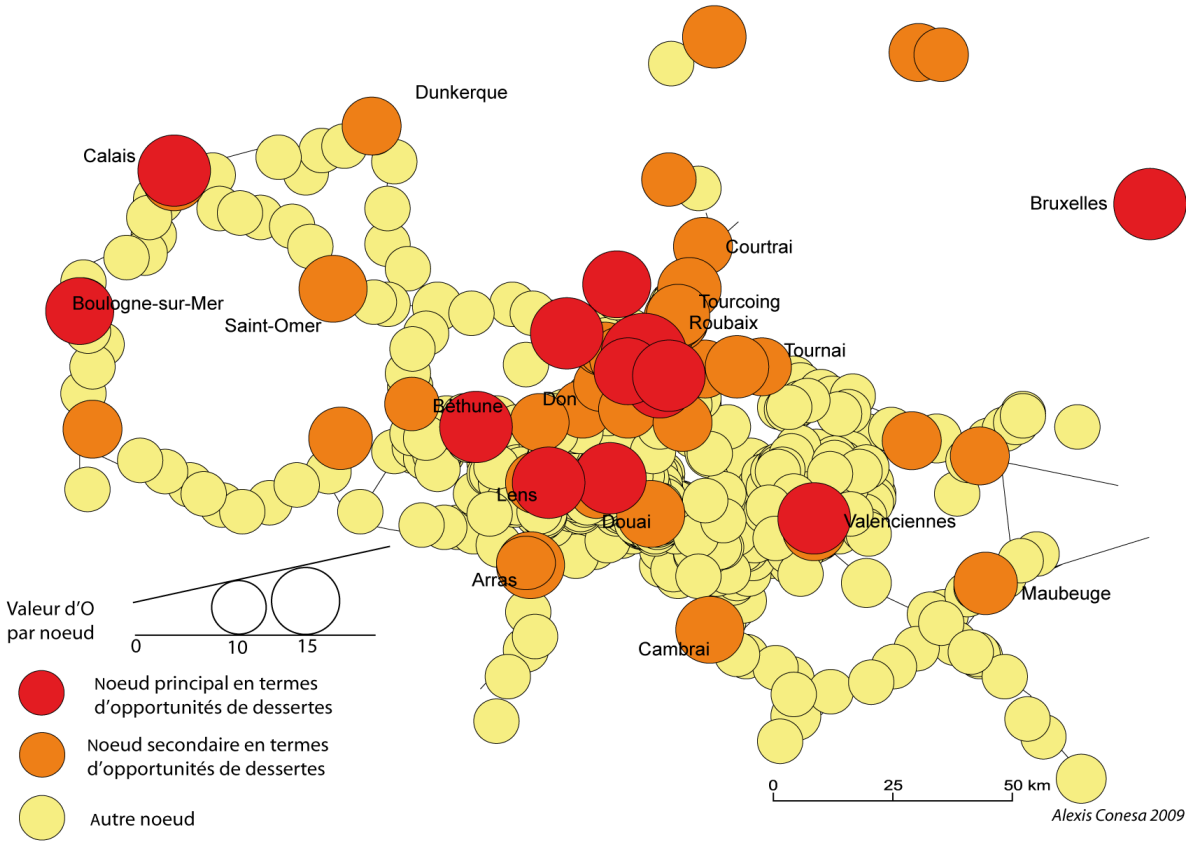


Figure VI- 2 : Les opportunités de desserte par noeuds dans le Nord-Pas-de-Calais

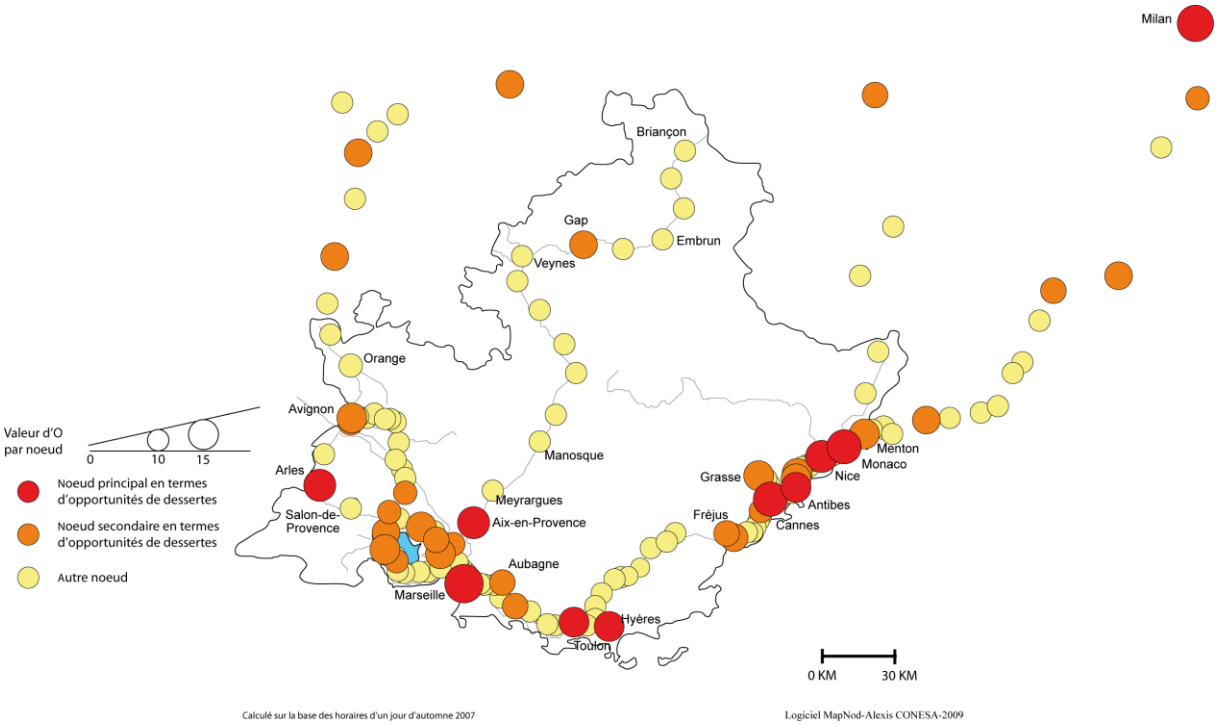


Figure VI- 3 : Les opportunités de desserte par noeud en PACA

Par ailleurs, pour mener à bien l'analyse, ces valeurs nodales sont reportées dans une liste enregistrée dans un fichier Excel par région métropolitaine. La figure VI-4 montre un extrait de ce fichier.

Nom du nœud	Identifiant	X	Y	Valeur pour O
ACHIET	62005	830.787	2572.27	7
ANNAPES	5900026	857.564	2625.67	6
ANOR	59186	926.13	2555.72	7
ANSTAING	59152	860.781	2623.67	7
ANVIN	6203601	794.158	2605.81	7
ARLEUX	5901501	856.031	2588.16	7
ARMENTIERES	5901701	838.359	2631.94	16
ARNEKE	5901801	805.065	2648.66	7
ARRAS	6200	831.761	2587.98	14
ASCQ	5900020	858.392	2625.59	7
AUBIGNY-AU-BAC	5902601	858.709	2586.2	7
AUBIGNY-EN-ARTOIS	6204501	818.258	2595.35	7
AUBIN-ST-VAAST	6204601	774.429	2599.43	7
AUCHY-LES-HESDIN	6205001	783.198	2600.13	7
AUDRUICQ	6205701	781.672	2653.58	7
AULNOYE	5967	907.795	2578.98	8
AVESNELLES	5944002	914.599	2571.05	7
AVESNES	6277	914.339	2571.28	7
AVION	6206501	835.427	2601.47	7
BAILLEUL	5904301	828.165	2637.3	7

Figure VI- 4 : Extrait du fichier de préparation au calcul d'O : liste des valeurs des nœuds

Ce travail effectué, reste à déterminer lesquelles de ces valeurs sont mobilisées dans les chemins. Pour cela, on utilise la fonction du calculateur de chemin horaire dans MapNod qui propose d'afficher le détail des chemins. Comme le montre la figure VI-5, une nouvelle fonctionnalité a été ajoutée, celle de fournir les chemins vers ou à partir de tous les nœuds du graphe.

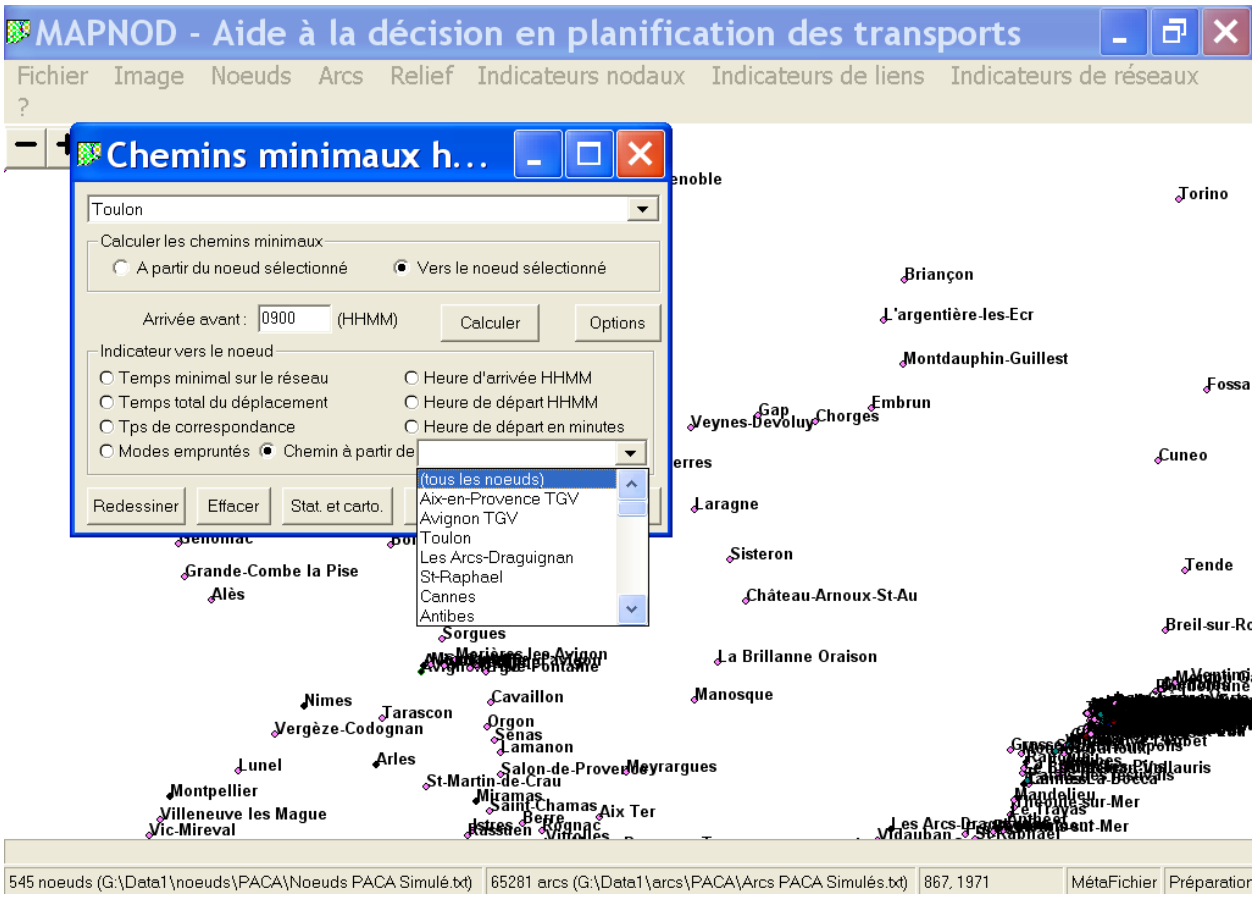


Figure VI- 5 : Détermination et extraction des chemins à partir de tous les noeuds dans MapNod

Le fichier qui en résulte est représenté par la figure VI-6. Il représente la suite d'arcs composant le chemin, identifiés par leur numéro de ligne dans le fichier arc. Les quatre premières colonnes correspondent au nœud de départ, nœud d'arrivée, heure de départ et heure d'arrivée.

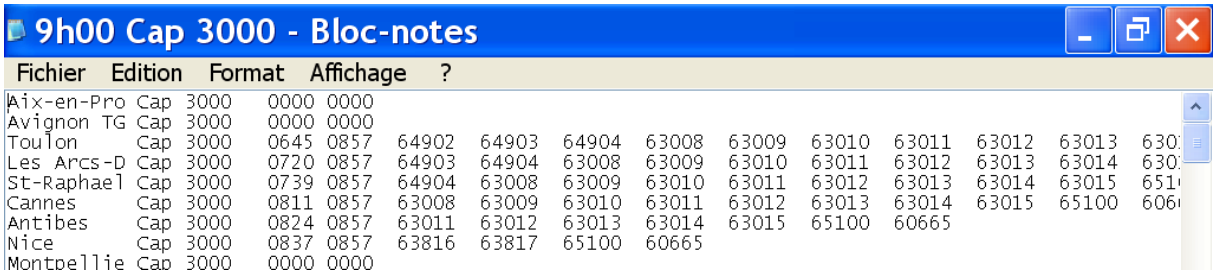


Figure VI- 6 : Fichier noeudval des chemins à partir de tous les nœuds du graphe dans MapNod

La principale partie du travail a ainsi consisté en la création d'une méthode de calcul automatisée permettant, à partir de ces numéros de ligne, de rechercher la succession de nœuds correspondante et d'additionner les valeurs attribuées à ces nœuds pour chaque chemin. Outre le fichier de résultats de type « *Tous nœuds vers* » ou « *À partir de tous nœuds* » et la liste des valeurs d'O par nœud, la liste des nœuds et des arcs est aussi nécessaire au calcul.

La méthode suivie a été l'écriture d'une macro-instruction en VBA (Visual Basic for Applications) pour Excel qui effectue de manière automatisée le repérage et l'extraction des données puis le calcul nécessaire.
Cette routine, intitulée « Calcule O » (c'est le nom du bouton qui permet de l'appeler depuis l'interface Excel), est composée de deux réciproques : « CalculIndicsurHarr » qui effectue le calcul pour une contrainte sur heure d'arrivée et « CalculIndicsurDep » qui concerne les contraintes sur heure de départ. En effet, la procédure utilise les fonctions de navigation dans Excel ; c'est-à-dire que l'on se sert des positions relatives des cellules les unes par rapport aux autres dans le quadrillage Excel pour mobiliser les valeurs correspondantes aux cases. Il est ainsi très important que les colonnes soient toujours rangées de la même manière dans les fichiers d'entrée. On utilise ainsi de manière différente les fichiers « *Tous nœuds vers* » et « *À partir de tous nœuds* ».

La procédure proprement dite est divisée en trois étapes : création de la feuille de résultats dans le fichier Excel, recherche des valeurs correspondantes et calcul de l'indicateur par chemin.

La recherche des valeurs utilise la fonction « RECHERCHEV » ou « VLOOKUP » d'Excel mobilisée comme l'indique la figure VI-7. C'est cette fonction qui permet d'aller chercher la valeur correspondante à un nœud et de l'attribuer à une cellule Excel, pour tous les nœuds de tous les chemins. La figure permet aussi de remarquer la fonction « Offset », qui permet la navigation de cellule en cellule comme évoqué précédemment.

```
'Recherche des valeurs correspondantes
        For Each Cellule In plageIdOri            'Application.CutCopyMode = I
            Set CelIdarcs = ActiveCell.Offset(-1, 0) '.Range("A")
            If (CelIdarcs.Value = "") Then
                ActiveCell.Formula = ""
            Else
                ActiveCell.FormulaR1C1 = "=VLOOKUP(R[-1],'Arcs'!R2C1:R65112C1
            End If
            Selection.Offset(0, 1).Select
        Next Cellule

        Range("B" & Trim(Str(ligne * 9 + 4))).Select
        For Each Cellule In plageIdArr
            Set CelIdarcs = ActiveCell.Offset(-2, 0)
            If (CelIdarcs.Value = "") Then
                ActiveCell.Formula = ""
            Else
                ActiveCell.FormulaR1C1 = "=VLOOKUP(R[-2],'Arcs'!R2C1:R65112C1
            End If
            Selection.Offset(0, 1).Select
        Next Cellule
```

Figure VI- 7 : Extrait de la routine "Calcule O": la recherche des valeurs pour effectuer le calcul

Le calcul d'O par chemin utilise la fonction SOMME d'Excel alors que le calcul de DO mobilise les coordonnées des nœuds (extraites du fichier nœud) pour le calcul de la distance euclidienne.

Au final, le fichier de résultats se présente de la manière représentée dans la figure VI-8.

Identifiant arc	64945	64946	64947	64948	64949	63816	65105	27960	65103	
Identifiant noeudO	7082402167	7082401902	7082402140	7082401700	7082401619	7082402007	668	668	1115	
IdentifiantnoeudA	7082401902	7082402140	7082401700	7082401619	7082402007	6202	6202	28	28	
Nom noeudO	Toulon	Les Arcs-D	St-Raphael	Cannes	Antibes	Nice	St-Augusti	St-Augusti	Parc Aréna	
Nom noeudA	Les Arcs-D	St-Raphael	Cannes	Antibes	Nice	Nice-St-Au	Nice-St-Au	Arenas	Arenas	
Valeur noeud	23	12	19	15	17	15	7	14	13	
O	Toulon	135	distance en kr	131.0130439	1.030431749					135
64945	7082402167	28	884.414	994.058	1792.438	1864.15				

Figure VI- 8 : Calcul d'O, extrait du fichier de résultats

L'exemple est celui d'un chemin entre Toulon et l'Arénas pour une arrivée à 9 heures dans le site stratégique. Le chemin est reconstitué à partir du numéro de ligne de l'arc dans le fichier Arcs, qui correspond à la ligne « *Identifiant arc* ». « *Calcule O* » va chercher l'origine et la destination de chacun de ces arcs et les renseigner sur le fichier résultats, respectivement dans les lignes « *Identifiant nœud O* » et « *Identifiant nœud A* ». Les noms des nœuds sont renseignés de manière indicative. La seconde étape est l'extraction des valeurs pour chaque nœud, information qui se trouve dans le fichier Valeurs et reportée sur la ligne « *Valeur nœud* ». Ensuite la somme (O = 135 dans l'exemple) est effectuée en ligne et reportée dans la case colorée en vert.
Le calcul de distance est effectué à partir des coordonnées des nœuds de départ et d'arrivée, qui sont extraites du fichier nœud. Elles sont reportées sur la dernière ligne dans les quatre dernières cellules. La distance calculée (un peu plus de 130 km dans notre exemple entre Toulon et l'Ouest de Nice) est reportée à droite de la cellule indiquant « *distance en km* ». Enfin la division d'O par la distance est effectuée dans la case colorée en orangé qui correspond donc à la valeur de DO.
L'opération est répétée pour chaque nœud accessible. La procédure contient donc une boucle pour tous les arrêts d'un chemin et une autre pour tous les chemins d'un graphe. Ces boucles ont été programmées par les fonctions « *For* » et « *For Each* » en langage Visual Basic.
Dans le cas d'un nœud inaccessible, la macro reconnaît l'absence de chemin et renseigne la première case en haut à gauche (celle où il est écrit « *Identifiant arc* » dans la figure VI-8) d'un « *Pas de chemin* » sur fond vert.

Il est à noter que l'exécution de cette macro est très lourde et chronophage, à raison d'un quart d'heure d'exécution pour un fichier de 700 lignes remplies (700 nœuds accessibles dans la contrainte fixée), ce qui est la taille moyenne des fichiers. Cependant un seul clic (le bouton « *Calcule O* ») permet de passer du fichier noeudval de MapNod à un fichier de résultats pour l'ensemble des nœuds du graphe.

Conclusion

La capillarité est un complément de l'accessibilité car ces deux variables tendent à s'opposer dans une perspective d'aménagement. En effet, l'accessibilité promeut le gain de temps alors que la capillarité représente le gain de territoire. Les analyses en termes temporels ne rendent qu'incomplètement compte de phénomènes comme la ségrégation sociale par l'usage du transport ou la ségrégation spatiale par le déclassement infrastructurel. L'indicateur O entend ainsi remédier à cette lacune en quantifiant à la fois le bénéfice tiré de la possibilité de pénétrer à l'intérieur du véhicule et de la possibilité d'avoir accès à un territoire interstitiel.

La principale critique que l'on peut faire à O est qu'il est composite : on additionne des éléments a priori d'unités différentes. Les tests réalisés sur les indicateurs O et DO montrent toutefois qu'ils satisfont en grande partie leurs objectifs.

VI.2 Troisième étape : Analyse des potentiels territoriaux des chemins minimaux

La capillarité se pose comme un complément à l'accessibilité dans l'appréhension du service de transport. Les indicateurs O et DO, construits comme une quantification de l'intérêt que comporte un chemin en termes de desserte, sont ainsi porteurs d'une analyse de l'inscription territoriale des réseaux. Les résultats produits présentent plusieurs intérêts. Les indicateurs O et DO sont révélateurs d'une certaine spatialité des chemins. Il semble ainsi intéressant de décrire le comportement de ces indicateurs afin d'essayer de comprendre les règles qui régissent les relations entre espace, vitesse et inscription territoriale des réseaux. Dans un second temps, nous recadrerons le débat sur les deux terrains d'application et tenterons de répondre aux questions suivantes : **Qu'apportent les indicateurs O et DO à l'analyse des potentiels de fonctionnement territorial ? Quel est leur apport dans l'analyse des possibilités de construction métropolitaine autour des sites sélectionnés ?**

VI.2.1 Comportement général des nouveaux indicateurs…

Les indicateurs O et DO sont mobilisés sur tous les chemins minimaux calculés lors des étapes précédentes. Pour chaque région, ils ont donc été effectués sur les 90 chemins minimaux de la matrice des pôles choisis (10*10 – la diagonale), ainsi que sur tous les chemins minimaux contenus dans les 60 fichiers noeudval d'accessibilité aux fonctions métropolitaines. Considérant des moyennes de mille nœuds accessibles par calcul pour les sites sélectionnés de Nord-Pas-de-Calais et 500 nœuds accessibles pour PACA, on arrive approximativement au total de soixante mille O et DO pour le Nord-Pas-de-Calais et trente mille pour PACA. Cette large base de données permet de tirer des enseignements sur la signification et la valeur de ces nouveaux indicateurs. De la même manière que pour les étapes précédentes, seule une partie de cette base de données sera présentée dans le corps de la thèse, pour alléger la lecture. Une fois de plus, les résultats les plus significatifs ont été choisis, en l'occurrence les chemins pour une arrivée à 9 heres à destination.

Les courbes suivantes portent sur les 180 valeurs d'O des deux matrices carrées des pôles choisis. Rappelons que cette matrice représente les chemins d'accès pour une arrivée à 9 heures, jugée représentative des conditions d'accessibilité, notamment en heure de pointe.

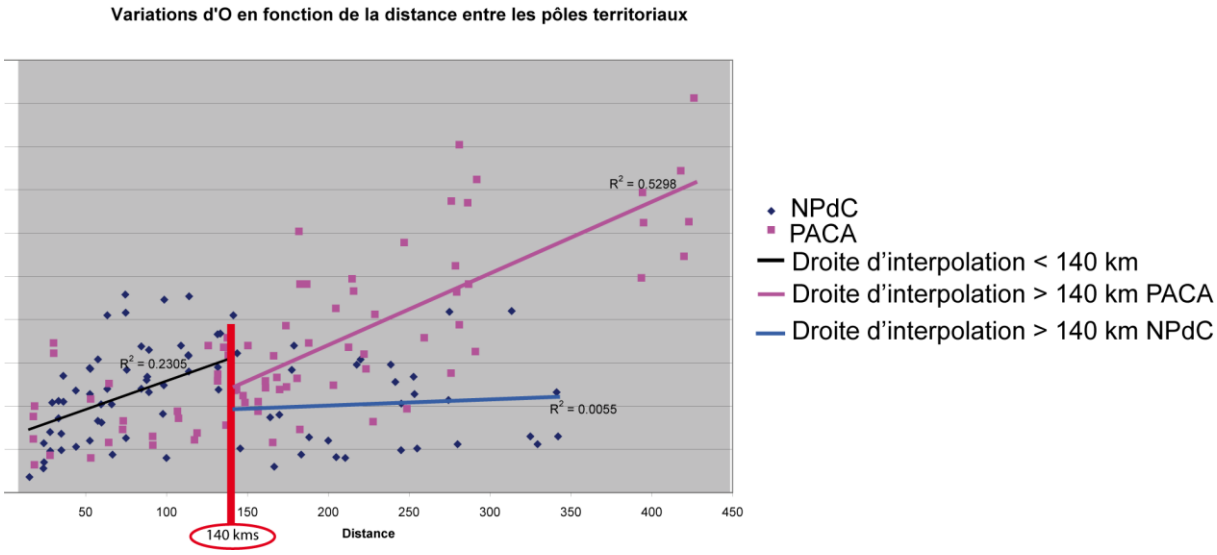


Figure VI- 9 : Variations d'O par la distance entre les pôles choisis

La relation entre O et la distance euclidienne révèle un phénomène intéressant. En effet, jusqu'à 140 km de distance entre les pôles, les deux régions connaissent approximativement la même relation générale, à savoir qu'**O augmente avec la distance**. Cette relation paraît en accord avec la réalité, un chemin plus long ayant plus de probabilités de desservir des lieux intéressants. Les coefficients de détermination (R^2) représentés dans la figure VI-9 sont assez forts, excepté l'un d'entre eux. Avec une détermination maximale de près de 53 %, la relation entre O et la distance est clairement établie, mais toutefois on peut affirmer qu'O n'est pas uniquement expliqué par la distance, et dépend d'autres facteurs, tout comme l'accessibilité.

A partir de 140 km, si pour PACA la relation est peu ou prou la même, elle évolue de manière spectaculaire pour NPdC, O augmentant beaucoup moins avec la distance. Cette différence paraît clairement être l'effet de la ligne à grande vitesse. En effet, pour le Nord-Pas-de-Calais, les relations de plus de 140 km (Lille - Paris, Lille - Londres, etc.) sont systématiquement effectuées sur des réseaux à grande vitesse. La capillarité est donc moindre et **O dépend beaucoup moins de la distance**[20]. En revanche, pour PACA, l'absence de grande vitesse provoque une hausse relative de la capillarité (les TGV ont quasiment la même capillarité que les TER) et donc d'O. La distance de la relation a donc encore un grand impact sur O.

L'analyse des résidus renforce ce constat. Les résidus représentent pour une relation l'écart entre les valeurs d'O réelles et les valeurs d'O calculées selon l'équation linéaire de la droite d'interpolation figurée sur la figure VI-9. Les résidus les plus forts représentent donc les chemins dans lesquels la distance explique le moins la valeur d'O. Les valeurs positives les plus élevées montrent ainsi les chemins les plus capillaires **étant donnée leur distance**, ceux qui desservent le plus d'arrêt, alors que les valeurs négatives les plus fortes (donc les plus basses) montrent les chemins les plus vides, les moins riches **étant donnée leur distance**.

Pour la région PACA, cette analyse ne fait pas apparaître de structures nettes, une même relation pouvant faire l'objet d'un chemin particulièrement surestimé par l'équation à l'aller et

[20] Cette dernière relation, contrairement aux deux autres, n'est pas significative selon le test de Ficher-Snédécor, relative à loi statistique du même nom (se reporter par exemple aux publications du groupe CHADULE).

particulièrement sous-estimé par ce même modèle au retour, les valeurs étant très dépendantes du service. En revanche, pour la région du Nord-Pas-de-Calais, si les chemins les plus périphériques sont effectivement les plus sous-estimés par l'équation, **les chemins les plus vides par rapport à leur distance euclidienne sont systématiquement des chemins effectués en TGV**. On peut en outre remarquer les résidus sont généralement plus faibles en NPdC qu'en PACA (**cf. annexes pour la visualisation des résidus**).

Cette courbe montre donc que l'indicateur O, sans aucun calcul de vitesse, de fréquence ou tout autre paramètre temporel, permet de détecter l'absence de ligne à grande vitesse dans un réseau régional. D'autre part, le seuil de 140 kilomètres interroge. Il apparaît empiriquement comme le seuil d'utilisation du TGV. Si tant est que l'on juge le réseau ferroviaire du Nord-Pas-de-Calais comme satisfaisant (ce qui n'est pas l'objet de cette partie), peut-on considérer ce seuil comme le seuil de pertinence du TGV ? Bien sûr, de telles conclusions ne pourraient être tirées qu'au terme de recherches nombreuses sur plusieurs configurations régionales. Ce résultat ouvre donc des perspectives de questionnement sur l'échelle de pertinence des moyens de transport collectif.

La même base de données nous offre d'autres résultats du même ordre.

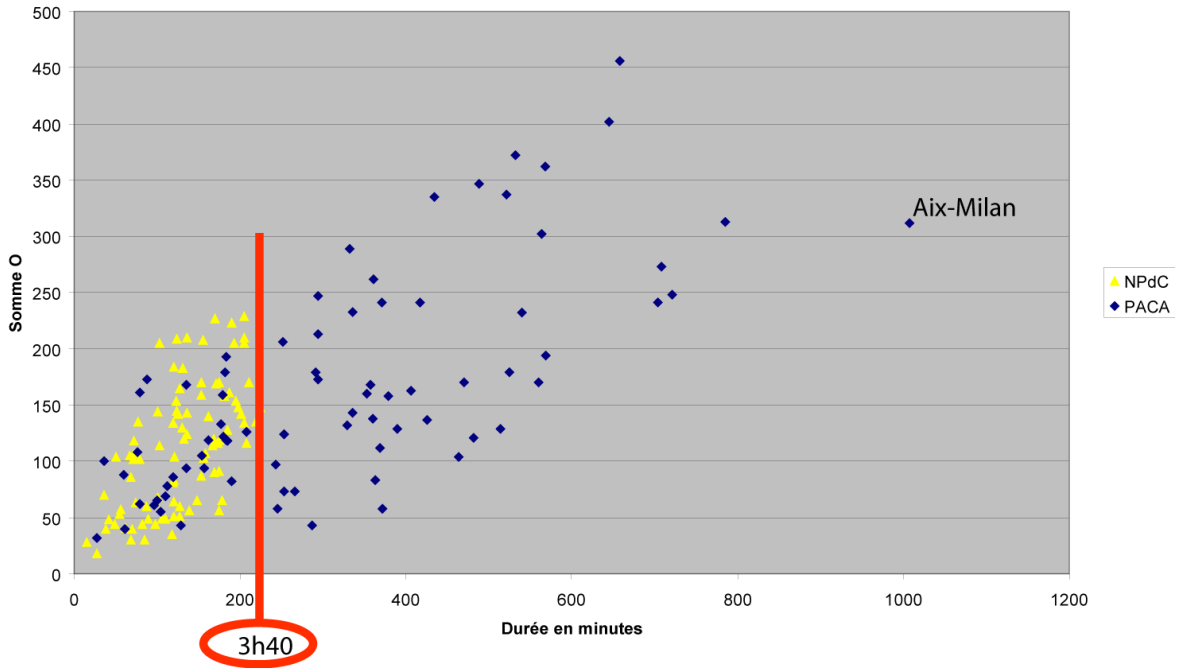


Figure VI- 10 : Variations d'O en fonction de la durée de trajets entre les pôles choisis

La figure VI-10 présente les variations d'O en fonction de la durée de parcours entre les pôles territoriaux choisis. La relation est *grosso modo* la même pour les deux régions à savoir qu'O **augmente avec la durée**. La différence réside dans le fait que pour Nord-Pas-de-Calais la relation la plus longue est le Londres - Arras qui dure 3h44, alors que pour PACA une grande partie des relations sont au-delà, allant jusqu'à 16h47 pour un Aix - Milan. L'absence de LGV se mêle ici aux différences de dimension entre les deux régions.

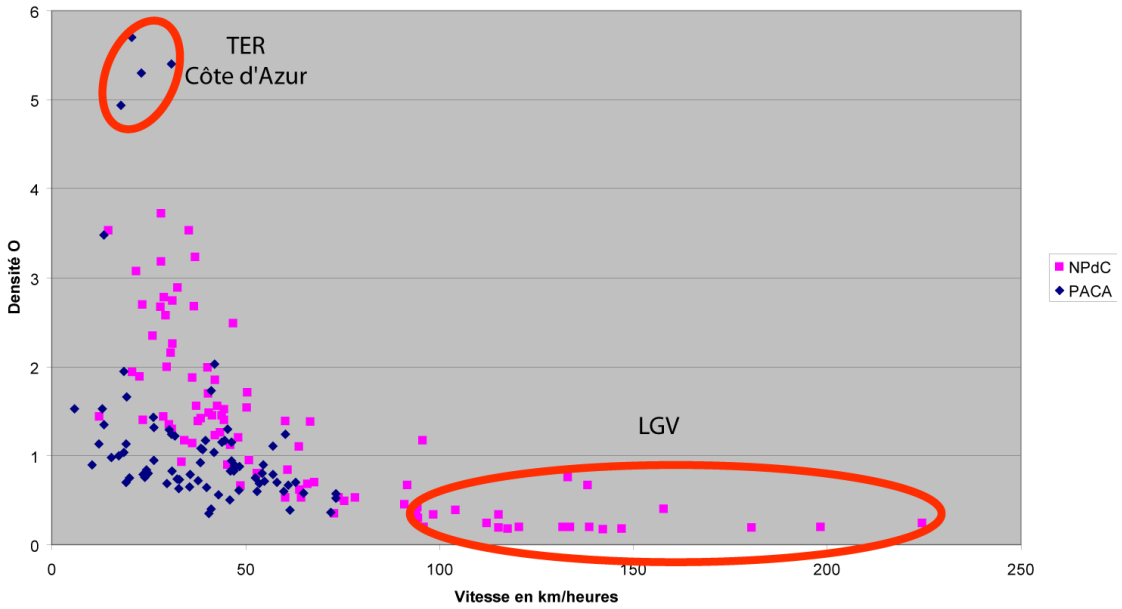


Figure VI- 11 : Variations de DO en fonction de la vitesse de transport entre les pôles choisis

Enfin, la figure VI-11 représente les variations de DO en fonction de la vitesse des trajets. Cette relation est assez identique pour les deux régions à savoir que **DO baisse avec la vitesse**, avec tout de même quelques spécificités locales qui échappent à cette règle. Pour le Nord-Pas-de-Calais, la valeur des chemins via le réseau à grande vitesse évolue très peu en fonction de la vitesse car les DO sont tous faibles. Il s'agit en effet de relations directes sans aucune capillarité, DO étant uniquement tributaire des villes d'origine et de destination. L'exemple de très rapides Paris - Lille (198 km/h pour DO = 0.2) et Douai - Paris (224 km/h pour DO = 0.24) illustrent bien cette situation.
En ce qui concerne la région PACA, la situation de la Côte d'Azur émerge : les relations entre Nice, Antibes et Grasse sont lentes et très riches. Cela est dû à la capillarité mais aussi à la densité de sites sélectionnés. La perte de vitesse ne se traduit ainsi pas systématiquement par un gain de la valeur DO, cette valeur étant de toute façon très forte. Un DO de 5, de gare à gare, peut ainsi difficilement être augmenté de manière spectaculaire par une perte de vitesse correspondante.

Les indications données par l'étude des variations d'O et de DO selon la distance, la durée et la vitesse des relations entre les pôles sélectionnés permettent d'entrevoir le domaine de pertinence de ces indicateurs. Il semble instructif de poursuivre l'analyse des nouveaux indicateurs avec la base de données plus complète et plus riche des chemins minimaux vers les sites sélectionnés. Cette base de données présente en effet l'intérêt de combiner plusieurs modes de transport collectif.

Ainsi, **quatre situations ont été testées par région**, **chacune pour une arrivée à 9 heures,** conformément à l'analyse menée sur l'accessibilité (cf. V.3.1). La première est l'accès au centre principal de la région, incluant une fin de trajet en transport urbain ; soient Euralille et

Acropolis (en l'absence d'une modélisation des transports urbains marseillais, Nice devient le centre de PACA par substitution).
La deuxième situation est celle d'un pôle périphérique desservi par train. Les modes urbains sont donc mobilisés en pré-acheminement uniquement pour une arrivée à 9 heures à destination. Les sites représentatifs sont Calais et Château-Gombert, relié directement à la gare de Marseille-Saint-Charles.
Les deux dernières situations testées sont des chemins vers des polarités secondaires desservies par train (Palais des Festivals de Cannes), car et tramway (Ecole des Beaux-Arts de Valenciennes), car (Cap 3000) ou bus (Louvre-Lens).
Ces simulations montrent des résultats plus détaillés.

En ce qui concerne les variations d'O dues à la durée de déplacement, l'ensemble des nuages de points confirme la relation : O augmente avec la durée (cf. figure VI-10), avec une intensité dans la variation et dans la relation différente selon les cas. Ainsi, la courbe la plus pentue est celle d'Acropolis, qui est aussi celle où la relation est la meilleure, avec un coefficient de détermination de 0.551. Euralille est la destination pour laquelle la durée fait varier le moins fortement O et le Palais des Festivals celle où la relation entre les deux variables est la moins forte (R^2 = 0.11) (**cf. annexes pour la visualisation des nuages de points**).
De la même manière, les relations entre la vitesse et DO s'inscrivent toutes dans un nuage de points très similaire à celui qui précède, le moins ressemblant étant celui du site des Deux Caps (cf. annexes). La particularité est que si pour chaque graphique les relations à longue distance en mode ferroviaire occupent la **partie inférieure droite** (cf. figure VI-11), la **partie supérieure gauche** concerne des modes différents selon les relations. Ainsi, ces nœuds proches offrent des chemins au DO fort et à la vitesse faible. Ces chemins sont pour la plupart constitués des connecteurs pédestres des sites sélectionnés mais on y retrouve aussi du TER (Marseille), du car (Louvre-Lens) ou un mélange de bus et de car (Cap 3000). Enfin, remarquons que le VAL n'est pas décelé de cette manière dans le cas d'Euralille et ce pour une raison spatiale : le VAL est un mode TC lourd qui dessert l'ensemble de l'agglomération lilloise et la distance entre les arrêts suffit à faire diminuer la valeur de DO. **La capillarité du VAL est ainsi moindre que celle du bus ou du car selon nos modalités de calcul.**

Cette réflexion sur la capillarité et l'échelle de pertinence des modes est plus à même d'être abordée par les relations entre O et la distance.

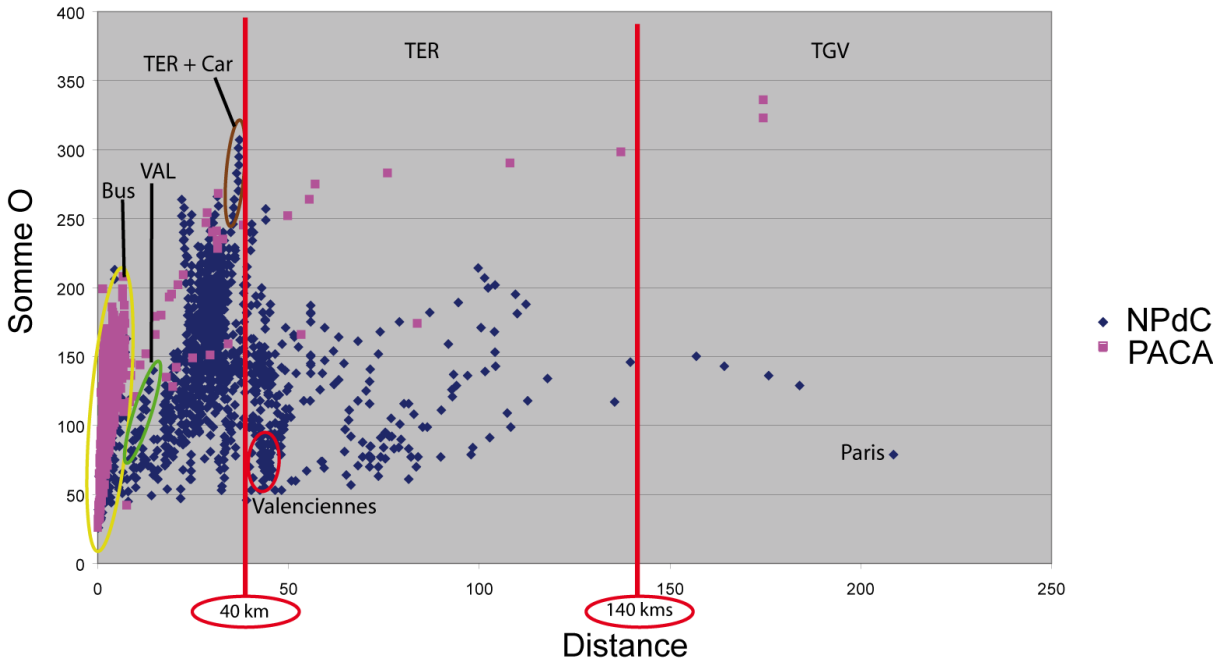


Figure VI- 12 : Variations d'O en fonction de la distance au centre régional (sites Euralille/Acropolis)

La figure VI-12 représente la relation entre O et la distance pour les sites sélectionnés centraux (Euralille/Acropolis). La multiplicité des modes en présence aboutit à une organisation par chapelets et par seuils.

En effet, les chapelets nettement visibles représentent des missions aux arrêts successifs. Ainsi, les arrêts de bus de Nice représentent un agglomérat très net pour le graphique de PACA avec une augmentation très forte d'O dans un intervalle réduit de 8 kilomètres autour d'Acropolis (arrêt le plus éloigné Nice-La Plaine dans la plaine du Var). On peut aussi distinguer le chapelet des arrêts de VAL qui s'étend jusqu'à 15 kilomètres autour d'Euralille. (arrêt le plus éloigné C.H. Dron au bout de la ligne 2)

Les principaux enseignements sont toutefois contenus dans les variations d'O. Le seuil des 140 kilomètres et la présence ou l'absence du TGV qu'il peut mettre en lumière sont observables dans ce graphique. Les chemins à longue distance de Lille sont tellement peu capillaires que la relation s'inverse et **dans les relations à grande vitesse, O baisse avec la distance**. Ce qui signifie que plus les relations sont lointaines, plus elles sont directes. C'est une illustration de l'effet tunnel. D'une manière générale, si l'on s'intéresse à l'allure générale de la relation, on peut identifier trois grandes phases :

- A moins de 40 kilomètres, O augmente fortement avec la distance. Pour la région PACA, c'est la conséquence de la desserte fine en bus, mais aussi de la densité de gares de Cannes à Menton. Pour le Nord-Pas-de-Calais, si la densité de gares dans un rayon de 40 kilomètres est tout aussi importante, le VAL et les bus du Nord renforcent la capillarité. Il faut ajouter à cela les chemins incluant un pré-acheminement bus ou car depuis l'ancien bassin minier. Par exemple, la mission figurant les O les plus forts à la limite des 40 kilomètres se situe dans le bassin minier, de l'arrêt de car Nation à la gare de Lens après une correspondance. Ces

chemins intermodaux mêlant le TER à partir de Lens et des modes urbains avant sont les plus capillaires et font augmenter O très fortement avec la distance.
- La deuxième phase se caractérise par une relation beaucoup moins nette. Si pour PACA, la relation est moins forte mais O continue d'augmenter avec la distance, pour le Nord-Pas-de-Calais la situation est plus compliquée. Dans un premier temps, **O semble baisser avec la distance**. C'est en fait plus un effet géographique qu'une cause du mode de transport. Valenciennes, qui bénéficie d'un train direct vers Lille, possède ainsi un O faible dans ce graphique, le plus faible après 40 kilomètres. Les nœuds connectés en tramway ou en car à la gare de Valenciennes forment ainsi un agglomérat de nœuds pour lesquels O est faible. De plus, le rôle de la distance n'est pas univoque : la distance à Lille n'a que peu d'importance puisque c'est le raccordement à Valenciennes qui fait émerger le plus court chemin. Un nœud A peut ainsi être plus proche géographiquement de Lille qu'un nœud B, mais moins bien raccordé à Valenciennes, le O du chemin « A vers Lille » sera certainement plus fort que celui du « B vers Valenciennes ». O formule ainsi une distance-réseau, une sorte de périphéricité ou d'anti-accessibilité (termes employés génériquement sans le sens précis qu'ont pu leur accorder certains auteurs) qui dénote parfois avec la distance euclidienne. Autant que les périphéries, ce sont les interstices qui sont mis en exergue.
Les liaisons ferroviaires sans pré-acheminements représentent une partie du graphique où la relation entre les deux variables n'est ni positive ni négative. Il est à noter que contrairement à Acropolis, Euralille est directement accessible à partir des gares lilloises et que les post-acheminements n'ajoutent pas systématiquement une somme forte à la valeur du trajet ferroviaire, comme c'est le cas dans le graphique PACA. La relation est donc moins forte, voire s'annule.
- La troisième phase est celle de la grande vitesse, dans laquelle la relation O baisse avec la distance pour le Nord-Pas-de-Calais.
A l'aune de ces éléments, il paraît plus pertinent de chercher des seuils de service plutôt que de mode. Ainsi, si 140 km apparaît comme le seuil de la **grande vitesse**, 40 km peut être assimilé à un seuil en deçà duquel la desserte est de type urbaine ou **métropolitaine**, soit une desserte fine en bus, car, tramway ou RER. Entre 40 et 140 kilomètres (nombres nécessairement indicatifs et approximatifs), un service de type **régional**, porté par le TER, propose une capillarité moyenne.

Les autres configurations modulent quelque peu les seuils en présence et informent sur les modes de transport mais les logiques restent les mêmes.

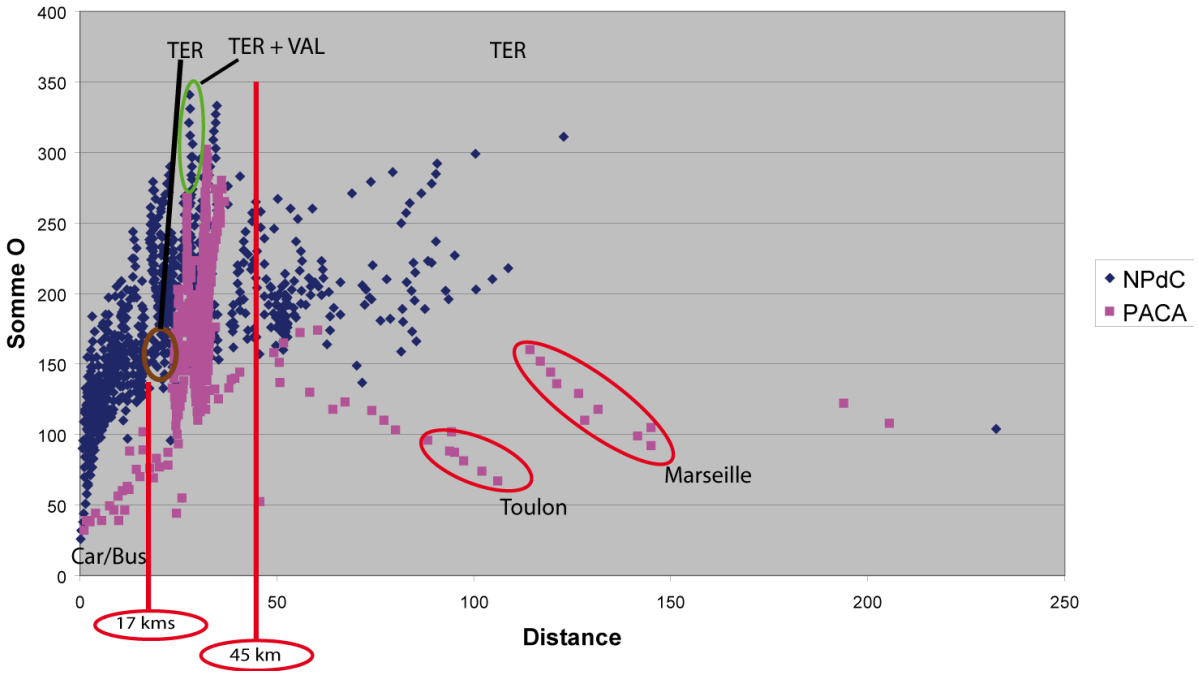


Figure VI- 13 : Variations d'O en fonction de la distance à une polarité secondaire 1(sites : Palais des festivals/Louvre-Lens)

La figure VI-13 montre le déplacement des structures mises en lumière dans le premier exemple. Le réseau de bus niçois apparaît clairement à une trentaine de kilomètres de Cannes, ainsi que le VAL lillois, sensiblement à la même distance du Louvre-Lens. Si le seuil de la grande vitesse n'est pas visible, celui des réseaux métropolitains est déplacé à 45 kilomètres. Au-delà, O baisse avec la distance pour PACA, conformément aux logiques de rabattement vers les grandes gares expliquées avec l'exemple de Valenciennes sur la figure VI-13. Ici ce sont les gares se rabattant sur Marseille et Toulon qui forment ces chapelets. Il est à noter que si ces structures n'apparaissent pas sur la figure VI-15 c'est uniquement parce qu'il n'y a pas de chemin correspondant : les petites gares de l'agglomération marseillaise (Cassis, Aubagne, Blancarde etc.) ou toulonnaise (Hyères, La Pauline etc.) n'ont pas accès à Acropolis avant 9 heures alors que c'est le cas pour le Palais de festivals de Cannes à la même heure.

Un seuil des transports urbains pour le Louvre-Lens peut en outre être établi. En effet, à partir d'approximativement 17 kilomètres, la relation entre O et la distance diminue d'intensité, ce qui correspond à une légère zone de stabilité des valeurs d'O, révélatrice d'un ensemble de gares situées à cette distance du Louvre-Lens (Fouquereuil, Wavrin…).

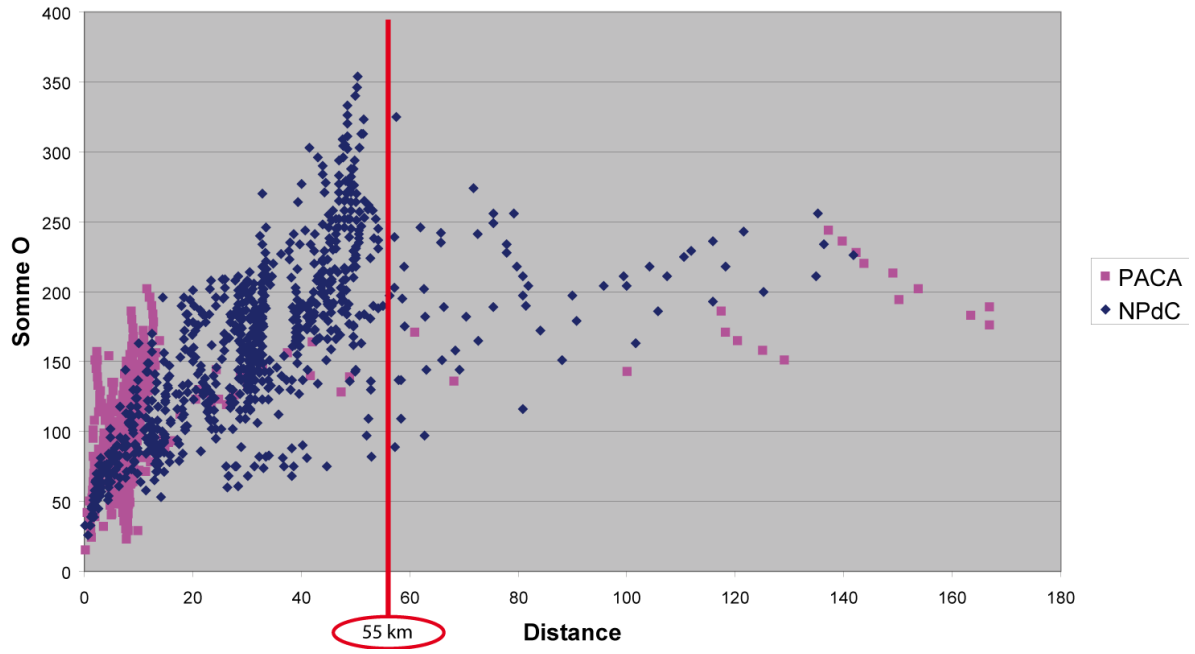


Figure VI- 14 : Variations d'O en fonction de la distance à un pôle secondaire 2 (sites : Cap 3000/Ecole Supérieure des Beaux-Arts)

La figureVI-14 montre le déplacement des éléments constituants (bus niçois, VAL lillois, bus et car de l'ancien bassin minier, raccordements ferroviaires à Marseille et Toulon) dans le graphique selon le changement de la destination. Deux enseignements peuvent toutefois être extrapolés : le seuil « régional » se déplace à 55 kilomètres et d'autre part le tramway de Valenciennes n'émerge pas de la représentation.

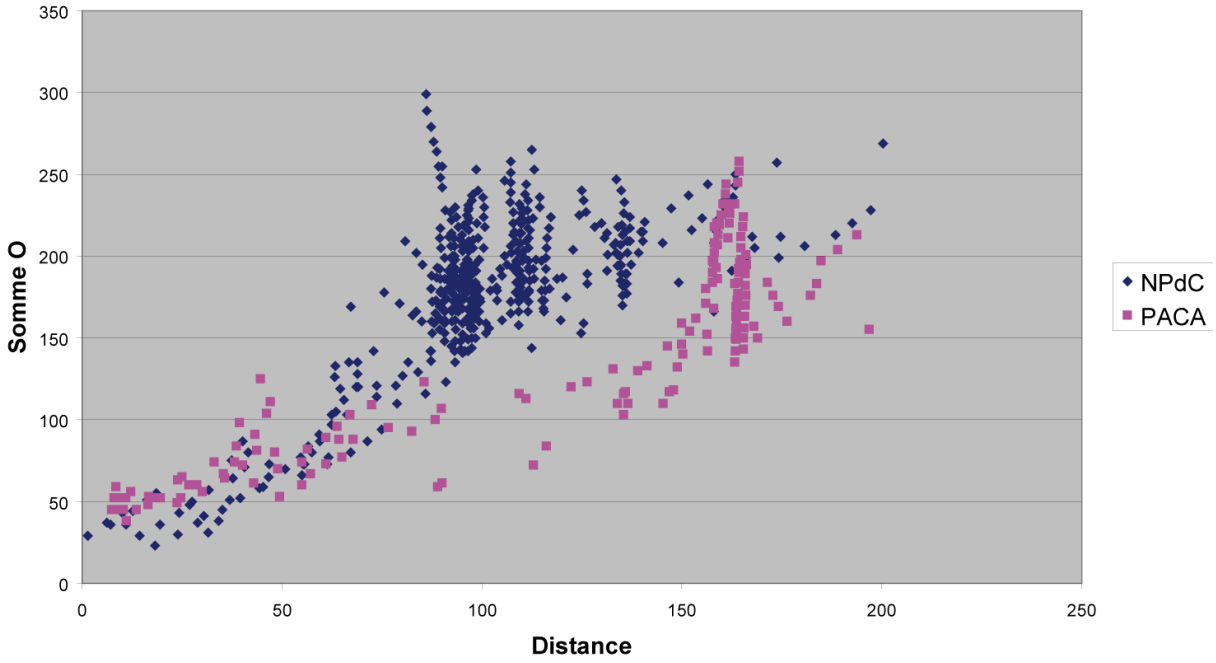


Figure VI- 15 : Variations d'O en fonction de la distance à un pôle périphérique (sites : Deux Caps/Château-Gombert)

Enfin, les pôles périphériques offrent des graphiques quelque peu différents car il ne semble pas y avoir de seuil, O augmente toujours avec la même intensité ou presque avec la distance. Un très léger seuil pourrait être placé à 50 kilomètres de Marseille sur le nuage de points de PACA mais il n'est pas très représentatif. Un seuil plus important pourrait être ajouté à 160 kilomètres.
L'aspect des ces nuages de points s'explique par un « retournement » des logiques présentées jusqu'alors. En effet, dans les six exemples précédents, la capillarité des services baisse avec la distance, or c'est l'inverse ici. Les modes plus légers ainsi que les services ferroviaires plus capillaires sont représentatifs d'une densité de population qui caractérise les espaces métropolitains. Ces nœuds périphériques sont par définition éloignés des centres denses des régions métropolitaines et donc c'est à partir d'une certaine distance qu'ils vont trouver des chemins plus riches qui vont augmenter O.

L'examen de ces exemples nous permet de qualifier O comme non seulement un indicateur de **périphéricité** dans sa formulation de la distance réticulaire mais encore de **métropolisation** par sa caractérisation des chemins riches et denses.
En outre, quelques indications peuvent en être tirées sur l'organisation des modes de transport dans une région métropolitaine. Ainsi, il existe clairement un **seuil de la grande vitesse** d'à peu près 150 kilomètres autour des centres urbains, ainsi qu'un **seuil de la desserte régionale** situé approximativement à 40 ou 50 kilomètres des centres urbains. Les modes urbains (métros, tramways, bus, cars) ne dessinent pas de seuil si prégnant mais si l'on observe attentivement les quatre figures précédentes, on pourra noter une brisure dans les courbes, située entre 15 et 20 kilomètres des destinations qui séparent ces modes d'une desserte ferroviaire fine s'apparentant à un type de RER. Les variations de ces seuils sont directement liées à la distance de connexion à Lille pour le réseau du Nord-Pas-de-Calais et à l'entité azuréenne (que l'on distingue très bien sur la figureVI-15) pour le réseau de PACA Ils sont donc très dépendants des conditions de construction des graphes. Néanmoins, ces seuils interrogent sur l'utilisation possible des indicateurs de type O et DO : outre l'intérêt opérationnel de description des réseaux de transport collectif, qui permet d'aider à choisir où l'on a besoin de plus ou moins de capillarité, la construction d'un modèle théorique de l'organisation des services de transport collectif dans une région métropolitaine est envisageable. Elle passe par une confrontation entre plusieurs situations, le présent travail se concentrant sur le Nord-Pas-de-Calais et la région PACA. Si les confrontations à la distance-réseau et à la distance-temps ont permis de définir le domaine de pertinence des indicateurs, à savoir ce qu'ils montrent, l'application sur les terrains d'étude fait l'objet de la partie suivante.

VI.2.2 …dans les chemins de fonctionnement territorial…

Les indicateurs d'opportunités de desserte O et de densité d'opportunités de desserte DO ont été mobilisés sur l'ensemble des calculs d'accessibilité produits dans la deuxième étape.

Après avoir étudié le comportement général d'O et sa traduction territoriale, nous pouvons mieux observer les résultats fournis sur les deux régions métropolitaines. Concernant le mode strictement ferroviaire, les chemins de fonctionnement territoriaux (arrivée avant 9 heures à destination) ont été quantifiés comme le montre le tableau 12.

O										
Destination / Origine	Lille	Cambrai	Maubeuge	Douai	Béthune	Arras	Dunkerque	Paris	Londres	Bruxelles
Lille	-	60	142	104	86	53	102	40	49	40
Cambrai	144	-	143	57	154	68	159	87	135	227
Maubeuge	63	114	-	205	124	120	205	60	210	229
Douai	104	35	120	-	105	28	116	44	114	170
Béthune	106	83	223	135	-	70	102	64	154	145
Arras	118	49	169	28	48	-	130	30	128	184
Dunkerque	44	158	205	165	81	134	-	51	170	161
Paris	41	90	60	44	64	30	103	-	116	107
Londres	49	209	210	134	148	148	142	65	-	56
Bruxelles	91	140	208	170	183	119	51	56	65	-

O										
Destination / Origine	Nice	Marseille	Toulon	Antibes	Aix	Grasse	Avignon	Grenoble	Milan	Turin
Nice	-	122	78	32	129	173	247	0	179	158
Marseille	193	-	108	94	43	119	55	206	273	362
Toulon	168	40	-	69	126	94	159	289	248	337
Antibes	100	105	61	-	112	88	213	0	194	241
Aix	121	43	58	104	-	129	83	0	312	0
Grasse	161	118	86	62	137	-	173	0	241	302
Avignon	233	65	179	124	73	241	-	133	313	402
Grenoble	160	82	97	143	0	168	119	-	0	0
Milan	179	372	347	262	0	335	456	0	-	170
Turin	58	163	138	73	0	132	232	0	170	-

Tableau 12 : Les opportunités de desserte pour les chemins reliant les pôles choisis

Pour information, ont été conservés en orange les chemins qui n'arrivent pas avant 9 heures mais qui sont les premiers chemins possibles dans la journée.

La lecture du tableau confirme l'hypothèse selon laquelle la capillarité s'oppose à l'accessibilité dans les logiques rétistiques. On notera en effet que les nœuds les plus périphériques engendrent les O les plus forts : Bruxelles, Londres et Maubeuge en Nord-Pas-de-Calais et Milan, Turin, Avignon et Grenoble en PACA. Les chemins entre nœuds périphériques présentent ainsi les records d'O, soient 229 pour un Maubeuge - Bruxelles et 456 pour un Milan - Avignon. *A contrario*, les chemins correspondant aux meilleures accessibilités sont les plus faibles en capillarité, comme le Arras - Douai (O=28), le Arras - Béthune (O=48), le Nice - Antibes (O=32) ou le Marseille - Toulon (O=40). Toutefois, certains cas échappent à cette tendance générale et permettent d'identifier des situations différentes.

Comme discuté dans la sous-partie précédente, les relations à grande vitesse font baisser O. Ainsi, Paris n'est plus considéré comme un nœud périphérique, avec notamment pour la relation avec Arras O=30 dans les deux sens, soit un des plus petits résultats. Le même constat peut être fait pour Dunkerque, avec notamment le Bruxelles - Dunkerque (O=51 seulement). Ces cas illustrent une fois de plus les différences entre les distances topographiques et topologiques. De plus, à l'intérieur même des distances topologiques, il faut aussi tenir compte des différences entre les infrastructures et les services. Ainsi, dans le graphe PACA, une forte distance réseau (accessibilité médiocre) peut s'accompagner d'une configuration topologique favorable qui va aboutir à des situations intermédiaires dans lequel O va rester à un faible niveau. C'est le cas du Turin - Antibes (O=73 seulement malgré une accessibilité très mauvaise) et du Grenoble - Marseille (O=82 dans les mêmes conditions).

Enfin, O est aussi un indicateur de métropolisation dans le sens où il distingue les chemins denses et riches en fonctions métropolitaines ou régionales. C'est le cas pour le Béthune - Douai (O=135) et le Nice - Grasse (O=173).

O nous donne donc des indications sur la capillarité des chemins mais avec cet indicateur synthétique, une même valeur peut représenter des situations différentes. C'est pourquoi nous avons décidé d'éliminer l'effet de la distance en créant l'indicateur DO (tableau 13).

DO										
Destination / Origine	Lille	Cambrai	Maubeuge	Douai	Béthune	Arras	Dunkerque	Paris	Londres	Bruxelles
Lille	-	1.14	1.88	3.53	2.58	1.2	1.54	0.19	0.2	0.4
Cambrai	2.74	-	2.7	2.35	2.67	1.94	1.4	0.53	0.49	1.99
Maubeuge	0.84	2.16	-	3.23	1.26	1.42	1.45	0.3	0.67	3.07
Douai	3.53	1.44	1.89	-	2.89	1.17	1.3	0.24	0.45	1.56
Béthune	3.18	1.44	2.26	3.72	-	2.49	1.71	0.34	0.7	1.1
Arras	2.68	1.4	2	1.17	1.7	-	1.48	0.18	0.53	1.38
Dunkerque	0.66	1.39	1.45	1.85	1.35	1.52	-	0.2	0.95	1.12
Paris	0.2	0.53	0.3	0.24	0.34	0.18	0.42	-	0.34	0.39
Londres	0.2	0.76	0.67	0.53	0.68	0.62	0.8	0.19	-	0.17
Bruxelles	0.93	1.23	2.78	1.56	1.39	0.9	0.35	0.2	0.2	-

DO										
Destination / Origine	Nice	Marseille	Toulon	Antibes	Aix	Grasse	Avignon	Grenoble	Milan	Turin
Nice	-	0.7	0.57	1.73	0.8	5.7	1.15	0	0.69	0.95
Marseille	1.11	-	2.03	0.6	1.53	0.83	0.6	0.9	0.65	1.24
Toulon	1.24	0.75	-	0.58	1.95	0.88	1.15	1.17	0.63	1.22
Antibes	5.4	0.67	0.52	-	0.76	4.94	1.04	0	0.69	1.32
Aix	0.75	1.53	0.9	0.7	-	0.98	1.13	0	0.79	0
Grasse	5.3	0.83	0.8	3.48	1.04	-	0.92	0	0.84	1.66
Avignon	1.08	0.71	1.3	0.61	1	1.29	-	0.79	0.74	1.43
Grenoble	0.72	0.36	0.39	0.64	0	0.79	0.7	-	0	0
Milan	0.69	0.89	0.88	0.94	0	1.17	1.07	0	-	1.35
Turin	0.35	0.56	0.5	0.4	0	0.73	0.83	0	1.13	-

Tableau 13 : Les densités d'opportunités de desserte pour les chemins entre les pôles choisis

DO formule réellement la richesse, la densité, l'intérêt du chemin.
Pour Nord-Pas-de-Calais, les valeurs les plus faibles sont obtenues pour les chemins directs à grande vitesse : Paris - Lille, Londres - Paris, Bruxelles - Londres pour lesquels DO<0.2. On peut y ajouter Bruxelles - Dunkerque, chemin à grande vitesse avec un seul arrêt, et Maubeuge - Paris, chemin périphérique faiblement doté en fonctions. A l'inverse, les chemins les plus riches (DO>3) sont situés au cœur de la région métropolitaine, comme Lille - Douai, Béthune - Lille ou Lille - Douai. Là encore, il est à noter une exception : le Maubeuge - Bruxelles, chemin parcourant l'ensemble de la région métropolitaine passant par Lille.
Dans un deuxième temps de l'analyse, les meilleurs chemins sont ceux partant de Cambrai, ceux arrivant à Béthune, ou encore le Arras - Lille et le Béthune - Arras.
Pour PACA, en l'absence de grande vitesse les chemins les plus pauvres sont les chemins périphériques, notamment ceux qui partent de Turin (DO<0.6). Les plus riches lient les trois pôles de la Côte d'Azur Nice - Grasse - Antibes avec des DO supérieurs à 4 ou 5. Les chemins entre Marseille, Aix et à un degré moindre Toulon se placent un peu en retrait, avec des valeurs de DO entre 1.5 et 2. Signalons enfin le fort résultat du Grasse - Turin, chemin parcourant l'ensemble de la Côte d'Azur.

Les éléments apportés par les indicateurs de capillarité peuvent aussi être mobilisés dans les chemins d'accès aux sites sélectionnés métropolitains.

V.2.3… et dans les chemins d'accès aux fonctions métropolitaines

Le tableau 14 présente les résultats d'O pour un accès à 9 heures aux différents sites sélectionnés. Pour plus de lisibilité figurent en orange les résultats les plus bas (O<100) et en vert les plus élevés (O>250).

O 9 heures

	Tourcoing Centre	Armentières Hôtel de Ville	Rihour	Wazemmes	Ascq	Calais-Ville	Boulogne-Ville	Arras Robespierre	Hôtel de Ville	Saint-Léger	Maubeuge	Béthune Hôtel des Postes
Comines	245	0	117	139	121	143	226	0	0	0	194	0
Delta 3	221	0	186	208	190	307	320	0	200	189	223	0
Ecole des Beaux-Ar	320	0	192	214	137	234	226	0	39	0	74	0
Euralille	106	0	33	55	61	137	168	0	67	165	76	139
Eurasanté	238	0	59	36	138	214	245	0	188	210	225	0
Euractechnologies	267	0	88	65	167	243	274	0	217	240	254	0
Haute-Borne	269	0	115	137	137	228	288	0	193	242	223	0
Hotel de Région	194	0	66	64	94	170	201	0	144	166	181	172
Houpline	202	22	74	36	64	140	171	0	114	136	151	0
La Coupole	115	0	80	102	84	37	117	0	76	109	85	76
Lesquin	208	0	80	102	77	129	189	0	73	143	110	0
Louvre-Lens	166	0	154	167	146	154	169	70	107	57	130	76
L'Union	50	0	170	192	133	164	224	0	129	195	159	0
Nausicaa	180	0	159	181	163	63	-	0	0	0	236	0
2 Caps	203	0	168	190	172	-	31	0	182	0	205	0

O 9 heures

	Arles	Avignon	Briançon	Aix-en-Provence	Marseille	Toulon	Fréjus	Cannes	Cité Arménienne	Masséna Place	Ariane	Ventimiglia
Acropolis	0	0	0	0	323	298	275	228	155	59	156	151
Aéroport	0	0	0	0	203	178	155	108	99	50	193	85
Cap 3000	0	0	0	0	176	151	139	116	111	50	315	156
CADAM	0	0	0	0	240	215	192	145	236	187	172	238
Château-Gombert	93	107	0	0	38	53	72	103	0	0	0	213
Etang de Berre	54	70	0	0	78	161	0	0	0	0	0	0
Fos sur Mer	67	81	0	0	92	144	0	0	0	0	0	0
Marignane	68	82	0	0	52	104	0	0	0	0	0	0
Marina	0	0	0	0	149	124	112	89	121	152	255	148
MIN	0	0	0	0	234	209	186	139	125	76	219	178
Monaco	0	0	0	0	130	105	93	70	0	120	197	63
Palais des expositic	0	0	0	0	276	251	228	181	169	13	129	104
Palais des festivals	108	122	0	0	92	67	55	32	0	170	263	174
Arenas	0	0	0	0	160	135	123	100	160	158	280	166
Sophia Antipolis	0	0	0	0	135	110	98	75	0	172	244	155

Tableau 14 : Opportunités de desserte pour les chemins d'accès aux noeuds stratégiques

Nord-Pas-de-Calais

Les sites pour lesquels les chemins présentent le moins d'opportunités sont Euralille, Houpline et La Coupole, alors que ceux qui en présentent le plus sont Delta 3, la Haute-Borne et Euratechnologies (le post-acheminement en transport urbain a une grande importance). L'Ecole des Beaux-arts, Eurasanté et Comines impliquent en général des O plus forts que les sites de l'Arc Sud ou de la Côte d'Opale et surtout que ceux du reste de l'agglomération lilloise.

PACA

Pour la plupart des sites, les O sont assez faibles dans la majorité des directions. Les sites marseillais engendrent des chemins particulièrement faibles car ils ne sont pas accessibles de la Côte d'Azur (pas de chemin, O=0). Les seuls chemins intéressants sont ceux qui relient Marseille, Toulon et Fréjus au centre de Nice (sites Acropolis et Palais des expositions), ainsi que ceux qui relient l'Est de Nice (quartier de l'Ariane) à l'Ouest de la Côte d'Azur (Marina à Villeneuve-Loubet ou Palais des festivals de Cannes).

Les résultats pour DO figurent dans le tableau 15. Les cases surlignées en orange correspondent à un DO inférieur à 2 et celles en vert à un DO supérieur à 5.

DO 9 heures

	Tourcoing Centre	Armentières Hôtel de Ville	Rihour	Wazemmes	Ascq	Calais-Ville	Boulogne-Ville	Arras Robespierre	Hôtel de Ville	Saint-Léger	Maubeuge	Béthune Hôtel des Postes
Comines	21.38	0.00	8.09	8.89	6.44	1.69	2.28	0.00	0	0	2.23	0.00
Delta 3	6.46	0.00	8.12	9.74	7.83	3.10	3.11	0.00	5.12	21.55	3.09	0.00
Ecole des Beaux-Ar	6.52	0.00	4.22	4.74	3.40	1.72	1.60	0.00	2.13	0.00	2.20	0.00
Euralille	9.46	0.00	40.21	23.49	9.55	1.47	1.62	0.00	1.50	5.70	1.00	4.20
Eurasanté	15.62	0.00	17.43	20.66	15.66	2.06	2.38	0.00	4.20	8.45	2.95	0.00
Euratechnologies	19.43	0.00	29.23	24.95	17.02	2.70	2.72	0.00	4.53	8.39	3.23	0.00
Haute-Borne	19.94	0.00	19.33	22.60	64.91	2.32	2.65	0.00	4.94	8.46	3.18	0.00
Hotel de Région	16.05	0.00	54.39	35.68	15.55	1.80	1.93	0.00	3.29	5.90	2.42	5.25
Houpline	9.86	0.00	5.28	6.95	3.04	1.78	1.90	0.00	1.96	4.82	1.68	0.00
La Coupole	1.82	0.00	1.38	1.78	1.29	1.00	2.50	0.00	0.76	2.01	0.64	2.09
Lesquin	13.88	0.00	12.53	16.94	16.85	1.31	1.75	0.00	1.89	5.27	1.57	0.00
Louvre-Lens	4.07	0.00	5.17	5.94	4.36	1.72	1.87	4.44	2.05	24.05	1.53	4.74
L'Union	28.26	0.00	17.86	16.71	23.52	2.06	2.05	0.00	2.79	5.00	2.13	0.00
Nausicaa	1.64	0.00	1.54	1.76	1.79	2.00	-	0.00	0.00	0.00	1.35	0.00
2 Caps	2.12	0.00	1.81	2.05	1.73	-	0.38	0.00	1.34	0.00	1.22	0.00

DO 9 heures

	Arles	Avignon	Briançon	Aix-en-Provence	Marseille	Toulon	Fréjus	Cannes	Cité Arménienne	Masséna Place	Ariane	Ventimiglia
Acropolis	0	0	0	0	1.85	2.17	4.82	7.22	30.11	57.17	32.52	5.11
Aéroport	0	0	0	0	1.21	1.37	3.09	4.38	15.24	8.48	16.81	2.35
Cap 3000	0	0	0	0	1.05	1.17	2.84	4.95	15.40	7.02	13.60	4.16
CADAM	0	0	0	0	1.43	1.65	3.84	5.90	42.44	30.39	27.68	6.49
Château-Gombert	1.13	1.20	0	0	3.41	1.07	0.64	0.76	0	0	0	1.09
Etang de Berre	1.08	1.19	0	0	2.39	1.95	0	0	0	0	0	0
Fos sur Mer	1.60	1.34	0	0	2.34	1.56	0	0	0	0	0	0
Marignane	1.68	1.13	0	0	2.96	1.52	0	0	0	0	0	0
Marina	0	0	0	0	0.93	1.00	2.59	4.99	18.95	11.79	14.07	3.41
MIN	0	0	0	0	1.40	1.60	3.73	5.69	19.97	12.40	18.87	4.87
Monaco	0	0	0	0	0.70	0.72	1.40	1.70	0.00	11.21	28.80	3.18
Palais des expositio	0	0	0	0	1.58	1.82	3.97	5.66	32.92	8.58	30.18	3.57
Palais des festivals	0.53	0.63	0	0	0.63	0.63	2.12	28.44	0.00	5.64	7.90	2.89
Arenas	0	0	0	0	0.95	1.03	2.42	3.94	26.48	30.16	25.97	4.67
Sophia Antipolis	0	0	0	0	0.86	0.93	2.55	5.68	0.00	9.68	10.65	3.21

Tableau 15 : Densités d'opportunités de desserte pour les chemins d'accès aux noeuds stratégiques

Nord-Pas-de-Calais

Les sites du Nord-Ouest de la région (Côte d'Opale + Audomarois) se distinguent par des chemins pauvres. Les sites de l'agglomération lilloise desservis en transports urbains (Eurasanté, Euralille, la Haute-Borne et dans une moindre mesure L'Union) présentent des chemins denses en opportunité de desserte, ce qui est le cas dans une moindre mesure pour Delta 3. Enfin l'école des Beaux-Arts de Valenciennes présente l'originalité d'avoir des chemins pauvres en provenance de Lille, ce qui en fait l'un des sites les moins bien pourvus dans ce domaine.

PACA

Le tableau se divise clairement en deux : la plupart des sites engendrent des chemins pauvres en provenance de l'Ouest de la région et des plus riches en provenance de la Côte d'Azur, lorsque chemin il y a. Les sites marseillais sont ainsi faiblement dotés et ceux qui se distinguent par des DO forts sont Acropolis et le CADAM devant le MIN et le Palais des expositions.

L'ensemble de ces situations montre des résultats contrastés. Si de manière générale les sites périphériques ont des O forts et les centraux des DO forts, les configurations de répartition des fonctions sur le territoire, ainsi que les niveaux de capillarité des différents modes qui desservent ces sites, jouent un grand rôle sur les opportunités de desserte offertes par les chemins. L'information produite est ainsi inédite et représente un complément intéressant à l'accessibilité dans la mesure où la politique de desserte mêle de manière dialectique accessibilité et capillarité. Cela signifie que l'ajout ou la suppression d'un arrêt modifie l'une et l'autre de ces variables de manière inverse.

Conclusion

Les chemins minimaux d'accès aux pôles choisis ou aux sites sélectionnés avant 9 heures, déterminés dans les deux premières étapes de l'analyse, permettent d'appliquer les indicateurs d'opportunités de desserte. À la lumière des résultats produits, on peut affirmer que ces indicateurs entretiennent des relations décelables avec la distance, la durée et la vitesse des relations étudiées. O et DO permettent d'établir des seuils empiriques d'utilisation des modes et des services de transport par rapport à la position des nœuds dans le réseau. Les opportunités de desserte dessinent donc des potentiels et des contraintes selon la nature des services offerts aux usagers. Par exemple, on peut dire que dans un rayon de quarante kilomètres autour de Nice le service est de type « régional », c'est-à-dire qu'il propose une capillarité intermédiaire entre l'urbain et la grande vitesse. En cela ces indicateurs s'inscrivent bien dans une démarche d'analyse de la qualité de service des transports collectifs dans une région métropolitaine et ils sont complémentaires des indicateurs d'accessibilité horaire.

Leur mobilisation dans les différents chemins minimaux montre que les chemins les plus riches ne sont pas systématiquement les plus centraux et que les plus pauvres ne sont pas nécessairement les plus périphériques mais qu'ils dépendent de l'origine, de la destination et des modes employés dans le trajet. Ces résultats sont à lier avec les accessibilités pour

nuancer les situations et surtout comprendre les structures induites par les réseaux de transport collectif. Au préalable, un dernier outil d'analyse a été ajouté à la méthode qui mobilise deux éléments prépondérants de la métropolisation : les masses de population et les réseaux routiers.

VI.3 Des éléments plus habituels à intégrer

La méthode est guidée par la volonté d'intégrer des caractéristiques territoriales dans l'analyse des réseaux. Le cheminement méthodologique nous a ainsi fait considérer le service de transport, l'accessibilité fonctionnelle, les pôles de construction du territoire, les fonctions métropolitaines puis la capillarité. Dans ces indicateurs nous avons intégré les points d'accroche au territoire, ainsi que les possibilités d'y pénétrer. Le territoire, pour entrer dans l'analyse, qui est tout de même intrinsèquement rétistique, nécessite une réduction. On ne peut tout prendre en compte et tout modéliser. Nos choix en la matière ont été guidés par la volonté de mesurer un potentiel de structuration des territoires métropolitains. Les méthodes développées se sont caractérisées par une qualification fonctionnelle du territoire, portée par la notion de fonction métropolitaine. Ainsi les hiérarchies ont été discrétisées en niveaux, tout comme, parallèlement, les temps de parcours ont été formulés en heure de départ et heure d'arrivée. L'accent a été mis sur l'établissement de niveaux, de seuils qui caractérisent les performances rétistiques et territoriales des réseaux.

Pourquoi une dernière étape méthodologique ?

Il peut ainsi sembler, dans une dernière étape méthodologique, être pertinent de compléter l'approche décrite précédemment par une quantification plus brute des aspects territoriaux des réseaux de transport. Ainsi la participation au rapport PREDIT « Mobilités et métropolisation : développement d'une démarche méthodologique d'aide à la décision » dirigé par Fabrice Decoupigny et Giovanni Fusco (Decoupigny, Fusco, Conesa, Passel, Ravera et Scarella 2009) présente l'intérêt de mettre en application les savoir-faires développés dans cette thèse. L'objectif en est de confronter la démarche générale à un travail prospectif appliqué. En particulier**, l'objet principal de cette dernière étape est de confronter les accessibilités TC aux accessibilités routières et ainsi de définir le domaine de pertinence des réseaux de transport collectif.** En effet, la prise en compte au sein du même graphe des modes individuels et des modes collectifs durant toute la démarche aurait plus précisément rendu compte des conditions d'accessibilité, mais elle aurait noyé les effets des transports collectifs et les conclusions auraient été beaucoup plus difficiles à exprimer. En revanche, une analyse du rapport de force et/ou de la complémentarité entre les modes collectifs et individuels en confrontant leurs performances paraît apte à enrichir l'analyse : la prise en compte des accessibilités routières permet de mettre en relief les accessibilités TC et les combinaisons possibles entre les deux. Cette ultime étape est donc en quelque sorte une validation du sens de l'ensemble de la démarche.

Méthodologiquement, deux éléments sont intégrés dans l'analyse : **la prise en compte de la voiture individuelle dans les accessibilités** et l'intégration de masses absolues dans l'appréhension du territoire. Pour ce dernier élément, la variable démographique, directement représentative de la métropolisation, a été mobilisée. Il s'agit ainsi de **mesurer des populations accessibles en chaînes intermodales** incluant VI et TC. En effet, cette méthode

permet de donner des indications sur le rapport de force entre les deux modes par l'intermédiaire d'une simulation intermodale. Plutôt que de réaliser une modélisation sectorielle des modes et de les mettre en concurrence, nous avons opté pour une combinaison des techniques et des mesures. **L'objectif de construire un développement métropolitain alternatif à la ville automobile passe bien par une combinaison des modes de transport.** Choisir comme objet de mesure des chaînes intermodales doit être vu comme une marque d'intérêt pour les pratiques intermodales tout autant qu'un défi méthodologique. De plus, la méthode permet une **analyse plus riche que la simple opposition VI/TC** dont les enseignements sont limités à : quel est le meilleur mode pour un déplacement donné ?

Les indicateurs d'accessibilité utilisant la population et la distance kilométrique des routes sont le fruit d'une modélisation dans un graphe représentant le réseau routier de PACA dans le logiciel FRED (FRéquentations Et Déplacements) développé par Fabrice Decoupigny au CESA (Centre d'Etudes Supérieures en Aménagement) à Tours et perfectionné pour ce rapport. Les déplacements routiers ont déjà été simulés sur FRED pour analyser les mobilités quotidiennes (Decoupigny et Fusco 2008). D'autre part, la pondération des calculs d'accessibilité par des variables socio-économiques au niveau des villes est présente dans d'autres analyses (Chapelon, Jouvaud et Ramora 2004).

La méthode présentée ici reprend ainsi d'une certaine manière ces différents travaux. Le calcul porte sur l'accessibilité à la population des villes. L'indicateur construit est donc une pondération de l'accessibilité par le poids des villes accessibles pour des laps de temps et des combinaisons intermodales donnés.

La méthodologie est donc innovante dans l'union de deux outils (FRED et MapNod). L'intérêt de marier des calculs d'accessibilité TC (transports collectifs) et VI (véhicules individuels) avec des données socio-économiques (la population est la première et la plus accessible de ces données) semble justifier cette combinaison méthodologique. Notons que les accessibilités routières nous ont été fournies par Fabrice Decoupigny, et que l'absence de données similaires, c'est-à-dire un graphe routier, pour la région Nord-Pas-de-Calais ne permet pas la même approche. L'analyse produite dans cette partie concerne donc exclusivement PACA.

VI.3.1 Descriptif de modélisation

Afin de combiner les calculs d'accessibilité VI et TC, il faut la même base de données. Cela signifie une uniformisation des identifiants des nœuds dans FRED et dans MapNod et surtout la même liste de nœuds. Dans FRED sont recensées toutes les communes de PACA alors que dans MapNod sont présentes les gares de PACA pour lesquelles nous disposons des horaires. L'uniformisation a donc éliminé toutes les petites communes sans gares. Pour certaines communes de plus de 15 000 habitants, la gare la plus proche a été mobilisée (la gare de Mouans-Sartoux pour la commune de Mougins, celle de Pas-des-Lanciers pour la commune

des Pennes-Mirabeau et celle des Arcs pour Draguignan). Un autre problème s'est alors posé : les communes munies de plusieurs gares. Si les accessibilités routières sont calculées pour une commune, l'accessibilité en train est différente selon la gare prise en compte.

À partir de cette situation, le problème peut être posé comme suit : comment rendre compte le plus complètement possible de la qualité du service ferroviaire tout en formulant un indicateur ayant valeur de comparaison (comparaison entre communes, comparaison VI/TC) ?

1e méthode : 1 gare par commune (1GC)

Cette question a été traitée par des choix. La première méthode poursuivie a été de ne conserver qu'**une gare par commune** (1GC). Cette méthode est favorable à une comparaison communale mais nécessite une transformation de la base de données horaire. Le choix des gares a été guidé par la volonté de traiter de la métropolisation : l'intérêt de relier les villes entre elles est de permettre des déplacements fonctionnels, or comme nous l'avons vu dans le Chapitre II les fonctions métropolitaines sont majoritairement concentrées dans les centres-villes (cette tendance tend à se réduire mais bénéficie d'une certaine inertie, en particulier en ce qui concerne les fonctions de commandement, voir Beaucire, Emangard et Allard 1997). Ce choix est renforcé par le fait que la gare centrale est dans la plupart des cas la mieux desservie et la plus accessible, excepté dans le cas des gares TGV périphériques.

Le fait est que les gares d'Aix-en-Provence TGV, Avignon TGV et Valence TGV ne desservent aucune fonction de commandement, administrative ou plus simplement « urbaine » (services de proximité, petits commerces etc.) donc la fonction de transport est la seule fonction métropolitaine accessible.

La base horaire a donc été transformée de la manière suivante : les gares supprimées n'ont donné lieu à aucune modification des horaires car la durée des trajets prend en compte les arrêts, même s'ils ne sont plus matérialisés. Cette méthode permet d'annuler complètement les bénéfices pour une commune de posséder plusieurs gares. En effet, seule **l'accessibilité de la gare centrale**, pivot des processus de métropolisation, est considérée, quelles que soient les performances du service dans et entre les autres gares de la même commune.

Exemple :

Un train passe par la gare A à 11h00, la B à 11h10, la C à 11h15 et la D à 11h40. Les gares B et C appartiennent à la même commune X et C est la gare centrale. La simulation proposera un train qui passe par A à 11h00, C à 11h15 et D à 11h40. X est accessible dés 11h10 mais pas par sa gare centrale.

Cette méthode semble pemettre de comparer les performances des réseaux de transport pour différentes villes. En revanche, la représentation du service de transport est tronquée. Dans l'exemple précédent, on peut estimer que la commune X est lésèe par le choix de modélisation, car dans la réalité elle est effectivement accessible deux fois sur la même mission (à 11h10 et à 11h15). Cette première méthode occulte donc une donnée qui selon

nous fait partie intégrante de la qualité du service de transport ferroviaire : la densité de gares par commune.

2e méthode : toutes gares (TEG)

Afin de représenter cette variable et de compléter l'analyse produite en exprimant avec plus de précision le service de transport ferroviaire, nous avons décidé de suivre une méthode complémentaire. Ainsi, une partie de l'analyse a été produite en conservant **toutes les gares** (TEG). Le choix porte alors sur la répartition de la population par gares.

On pourrait penser que diviser la population communale par le nombre de gares puisse être une solution satisfaisante. Cette alternative a rapidement été écartée car la gare, fusse-t-elle de quartier ou périphérique, est ici considérée comme la porte d'entrée vers la ville et l'intégralité de ces habitants. La commune est donc vue comme un tout, ne serait-ce que parce que les autorités communales gèrent les réseaux de transport communaux de manière intégrée. La méthode adoptée a donc été de **multiplier par autant de gares qu'il y a dans une commune les populations accessibles** en VI à partir de cette commune. Ainsi, pour une ville de 10 000 habitants comprenant 5 gares, et considérant que les 5 gares sont accessibles entre elles, la population accessible sera de 50 000 habitants. En marge de ces avantages, cette méthode présente donc la particularité de surestimer les populations accessibles.

Ces deux fichiers différents (toutes gares = TEG et 1 gare par commune = 1GC) donnent lieu à deux ensembles de calculs différents.

La base de données constituée, le calcul s'effectue en deux temps.

1e étape : Simulations des populations accessibles en VI sur FRED

FRED nous permet de simuler la population accessible selon la formule suivante :

$Pi_k = Pi + \Sigma^n_{j=i} Pj/Tij^{\alpha}$ avec Dij<k où

Pi_k = Population accessible au point i à un pas de temps k ;

j = tous les nœuds accessibles à i au pas de temps k ;

Pj = la population du nœud j ;

Tij = la durée de parcours entre i et j et

Dij = la distance-temps donnée entre i et j.

La formule a cours pour Dij < à 10, 20, 30, 40 et 50 minutes et donc k = 10, 20, 30, 40 ou 50 minutes. Il ya a donc 5 pas de temps différents, qui renvoient à 5 résultats différents par commune. Le paramètre α, représentant l'importance de la durée dans le calcul, prend successivement la valeur de 0 ou de 1 dans les simulations. L'intérêt de cette variation est le calibrage des fonctions d'attractivité des villes. Ainsi la plateforme FRED permet de faire

varier la « *rugosité de la distance* » α afin de définir la meilleure équation possible pour définir des potentiels de migration entre villes étant données leur attractivité (ici réduite à leur taille) et la distance qui les séparent. Dans cette formulation de type gravitaire, α varie ainsi comme le paramètre de frein et permet de définir une distance moyenne d'attractivité entre les villes (pour plus de détails, se reporter aux analyses de Fabrice Decoupigny dans Decoupigny, Fusco, Conesa, Passel, Ravera et Scarella 2009). Dans l'analyse qui nous intéresse, le calcul est de nature différente, il s'agit d'une population accessible. Le paramètre α n'a pas été calibré et l'intensité de l'impact de la distance sur la population accessible n'est pas connue. La mesure étant une simulation et non un calcul arithmétique logique, on ne peut préjuger de la valeur d'α. Nous avons ainsi effectué deux séries de simulations, selon que la distance joue un rôle ou pas. **Chaque ensemble de calculs est donc constitué de deux séries, l'une avec $\alpha = 0$ et l'autre avec $\alpha = 1$.** Étant donnés les deux ensembles 1GC et TEG correspondant aux choix de modélisation des gares, cela porte à **quatre** le nombre total de séries (**1GC1, 1GC0, TEG1, TEG0**).

2e étape : Cumul des populations accessibles en TC + VI sur MapNod

Les résultats de populations accessibles sont ensuite intégrés dans MapNod pour mesurer les populations accessibles en train. **On attribue aux gares les populations accessibles en VI, calculés par FRED**, des communes correspondantes. MapNod permet en effet de renseigner la *masse* dans la colonne du fichier nœud prévu à cet effet (se reporter au Chapitre V). **On passe ainsi des résultats par commune aux résultats par gare.**

Une fois les fichiers nœuds (5 pas de temps donc 5 fichiers) portant les résultats de la première étape, il faut déterminer les gares accessibles pour chaque pas de temps et cumuler les *masses* (soient les populations accessibles en VI) pour déterminer la population accessible en intermodal (TC + VI) pour une gare donnée. Comme pour le calcul des populations accessibles en VI, cette opération a été effectuée pour 5 pas de temps différents (10 minutes, 20 minutes, 30 minutes, 40 minutes et 50 minutes). En outre, nous avons simplifié la procédure en considérant seulement le train le plus rapide de la journée dans une relation entre un couple de villes.

La figure VI-16 montre comment on calcule les quantités accessibles en TC sur MapNod selon un pas de temps (10 minutes dans l'exemple présenté).

Ce calcul est en fait un cumul des *masses* injectées dans le fichier nœud. Le résultat final est donc **l'addition des populations accessibles en VI de toutes les gares accessibles en TC**.

L'exemple suivant peut permettre de mieux se représenter le calcul.

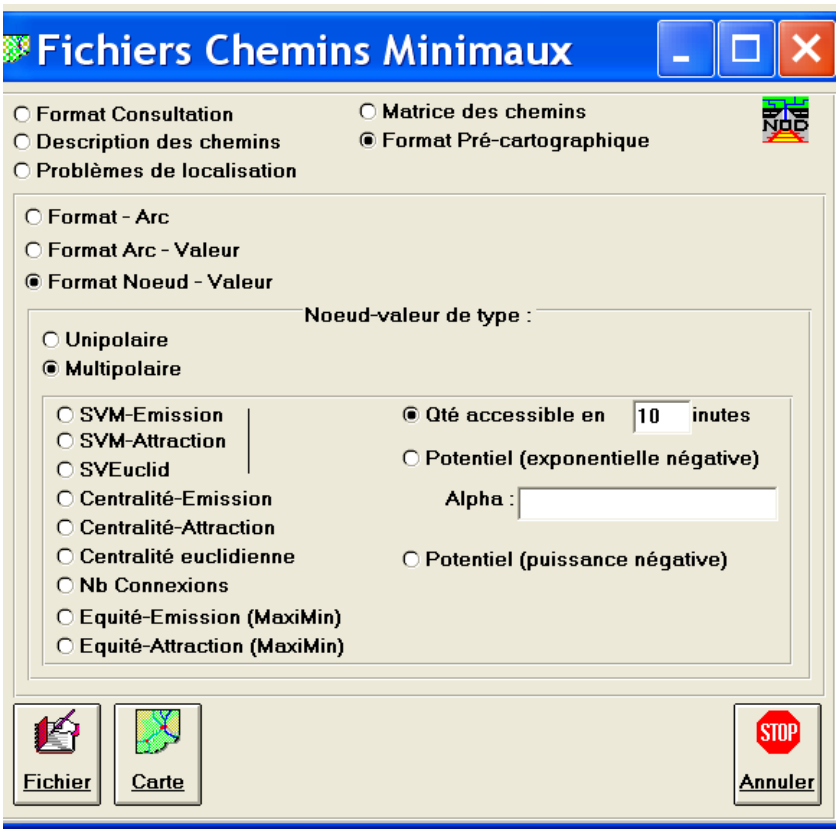


Figure VI- 16 : Calcul des populations accessibles par pas de temps sur MapNod

Exemple :

Soit trois villes A, B et C

Pour une durée de déplacement de 10 minutes, FRED donne les résultats suivants :

Ville A = 100

Ville B = 200

Ville C = 250

En considérant le train le plus rapide de la journée, pour une durée de déplacement en train de 20 minutes, A et B sont reliés, A et C aussi mais pas B et C. Les résultats pour un déplacement intermodal de 30 minutes (20 minutes de train, puis 10 minutes à partir de la commune-gare en déplacement routier) sont les suivants :

Ville A : 100 + 200 + 250 = 550

Ville B : 200 + 100 = 300

Ville C : 250 + 100 = 350

La combinaison des pas de temps

Comme introduit dans les explications précédentes, 5 pas de temps ont été testés en VI et en TC. Il faut considérer ces pas de temps comme des segments du déplacement intermodal. Il est donc nécessaire de les combiner pour obtenir des durées totales de déplacements comparables. L'hypothèse est qu'en faisant varier la durée respective des déplacements routiers et ferroviaires à durée totale égale, un rapport de force entre les modes, selon les séries et dans les différents sous-ensembles spatiaux de PACA, peut émerger.

Ainsi, chaque durée de déplacement intermodal contient plusieurs simulations (**le premier nombre représente la durée en train et le second la durée en VI**):

30 minutes = 20 + 10 ou 10 + 20

50 minutes = 10 + 40, 20 + 30 ou 40 +10

1 heure = 10 + 50, 20 + 40, 30 + 30, 40 + 20 ou 50 + 10

Pour chaque série, 10 simulations ont été lancées, ce qui fait 40 simulations au total.

Notons que le graphe ferroviaire comprend quelques gares hors PACA qui n'ont pas fait l'objet d'une modélisation dans FRED et ainsi n'ont pas de valeur de population accessible. La population communale a été utilisée pour compléter les calculs (c'est le cas de Gênes, Turin et Milan en particulier). Il y a donc un effet de bordure, car la mesure baisse lorsqe l'on s'approche de la frontière. Cet effet a cependant été réduit : il aurait été beaucoup plus fort sans les gares hors PACA.

Ces mesures sont donc des simulations. La population accessible est un indicateur qui a surtout valeur de comparaison entre villes dans l'espace régional PACA. La réalité de ces chiffres se heurte à différents obstacles : les variations de l'offre ferroviaire au cours de la journée et les doubles comptes. En effet, par construction, les populations présentes sur l'espace sont comptabilisées autant de fois qu'elles sont accessibles, en VI et en TC (d'autant plus dans la série contenant toutes les gares par commune). Les résultats chiffrés n'ont donc pas réellement de valeur dans l'absolu, mais ils constituent un indicateur original de métropolisation basé sur la taille et l'accessibilité des villes. De plus les cartes permettent de dessiner les contours de la construction métropolitaine, en particulier les points d'accroche entre les sous-ensembles métropolitains. Enfin, une idée de la concurrence ou de la coordination modale peut être entrevue.

VI.3.2 Quatre séries de cartes pour rendre compte des conditions de déplacement en PACA

Les populations accessibles sont figurées par des disques de surface proportionnelle. L'échelle de la légende change selon les cartes pour éviter les disques trop grands qui masqueraient une grande partie des autres. Néanmoins, pour plus de lisibilité et de

comparabilité entre les cartes, un code couleur commun à toutes les cartes a été mis en place (figure VI-17).

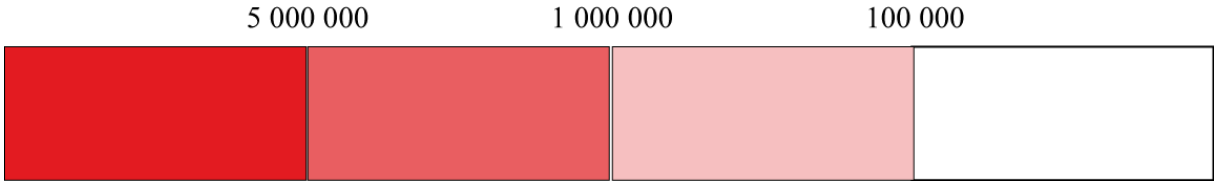
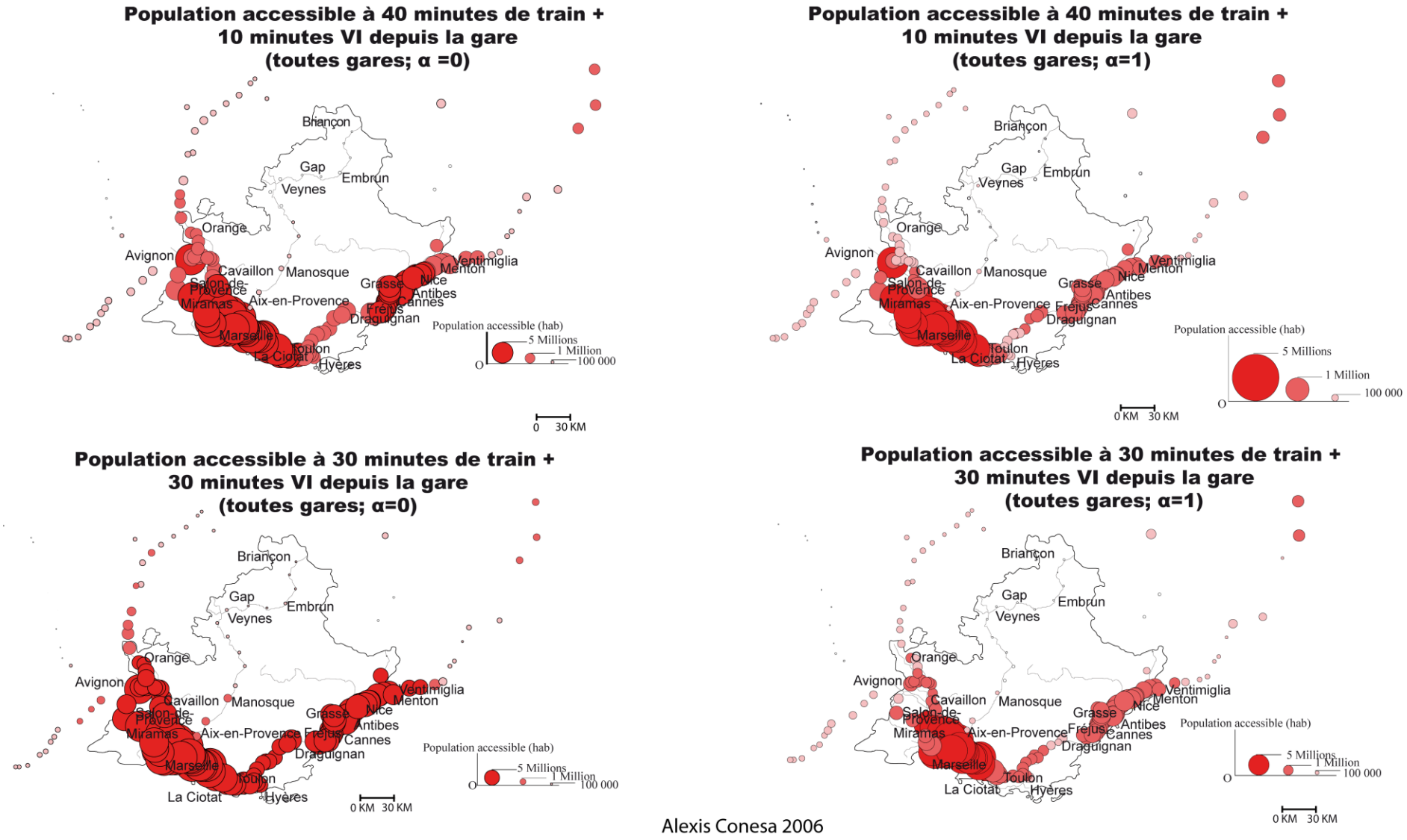


Figure VI- 17 : Code couleur des cartes de population accessible, en nombre d'habitants

Pour l'ensemble de ces cartes, on peut remarquer un noyau de métropolisation qui émerge dès les 30 minutes de déplacement, qui correspond assez fidèlement à l'agglomération marseillaise. À mesure que l'on augmente les durées de déplacement, l'accessibilité se diffuse mais de manière non uniforme, non proportionnelle et parfois contraire à l'arithmétique (des déplacements de moindre durée donnent de meilleurs résultats).

Les figures VI-18 et VI-19 montrent un aperçu de chaque série.



Alexis Conesa 2006

Figure VI- 18 : Cartes de population accessible 40 + 10 et 30 + 30 pour la série TEG

TEG 0 (toutes les gares sont modélisées ; $\alpha = 0$ donc le frein de la distance n'est pas exprimé) :

La simulation produisant les moins bonnes accessibilités est le 20 + 10 (20 minutes en train et 10 minutes en VI). Les 5 millions de personnes accessibles sont présentes uniquement dans l'agglomération marseillaise, de Cassis à Berre. De Berre à Carnoules, entre 1 et 5 millions de personnes sont accessibles. C'est le cas aussi pour un second pôle de métropolisation, plus mineur, de Fréjus à Vintimille.

Le 10 + 20 permet à une partie de la conurbation azuréenne, de Nice à Cannes et à Monaco, de passer le seuil des 5 millions de personnes accessibles. Les simulations à 50 et 60 minutes permettent de diffuser la population accessible marseillaise successivement vers Avignon, Toulon, Tarascon, Arles puis Orange. Les simulations 20 + 40, 30 + 30 et 40 + 20 permettent de généraliser cette accessibilité au Var (agglomération Fréjus-Saint-Raphaël et Draguignan).

TEG 1 (toutes les gares sont modélisées ; $\alpha = 1$ donc le frein de la distance est exprimé) :

La simulation la plus faible en résultats est le 10 + 20, avec plus de 5 millions de personnes accessibles dans les gares marseillaises et entre 1 et 5 millions sur l'agglomération azuréenne. Si les simulations 10 + 40 et 10 + 50 diffusent les populations accessibles de plus d'un million d'habitants vers Cannes ou Aubagne, c'est le 20 + 10 (20 minutes en train et 10 minutes en VI) qui étend la plage des plus de 5 millions de personnes accessibles de Cassis à Berre, en revanche il provoque une perte d'accessibilité dans le var (Le Cannet des Maures).

Les 20 + 30 et 20 + 40 étendent les accessibilités de plus d'1 million de personnes dans la périphérie marseillaise et dans le Var alors que le 30 + 30 élargit la zone des 5 millions de population accessible dans la périphérie marseillaise jusqu'à La Ciotat à l'est, Martigues à l'ouest et Salon-de-Provence au nord. La simulation fournissant les meilleurs résultats est le 50 + 10, qui étend cette zone jusqu'à Orange au nord, Hyères à l'est et Tarascon à l'ouest

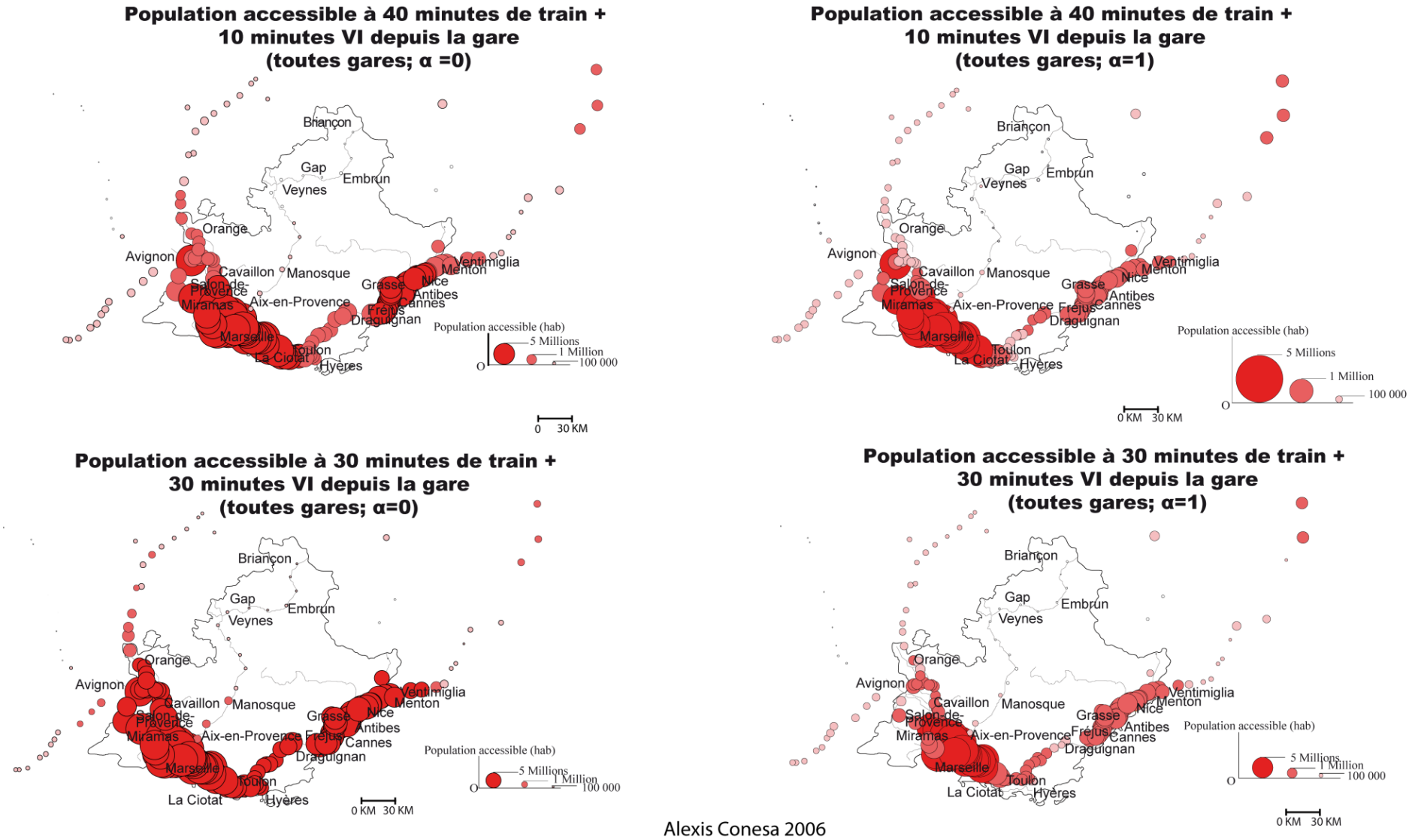


Figure VI- 19 : Cartes de population accessible 40 + 10 et 30+ 30 pour la série 1GC

1GC 0 (seule 1 gare par commune est modélisée ; $\alpha = 0$ donc le frein de la distance n'est pas exprimé)

La simulation produisant les moins bonnes accessibilités est le 20 + 10, pour lequel les 5 millions de personnes accessibles ne sont accessibles nulle part, et le million uniquement dans la région marseillaise, à Avignon et sur la Côte d'Azur. Le 40 + 10 et le 50 + 10 (50 minutes en train et 10 minutes en VI) permettent d'atteindre le seuil des 5 millions de personnes accessibles respectivement à Marseille et La Penne-sur-Huveaune puis de La Ciotat à Saint-Chamas. En revanche c'est le 10 + 20 qui permet à la conurbation azuréenne d'atteindre ce seuil, même si par ailleurs ses résultats sont moins bons pour l'agglomération marseillaise ainsi que le Var (plus d'1 million pour le 40 + 10 et entre 100 000 et 1 million de personnes pour le 10 + 20).

La simulation 10 + 40 diffuse cette accessibilité maximale (selon les seuils choisis) à l'agglomération toulonnaise et à Orange et le 10 + 50 à Arles et une bonne partie des communes varoises à l'exception de Fréjus et Draguignan. Pour Draguignan cette situation est rétablie avec la simulation 20 + 40 et pour Fréjus avec le 30 + 30. Le 40 + 20 intègre aussi Breil-sur-Roya et les gares italiennes mais aux dépens d'Orange qui redescend en dessous de la barre des 5 millions de personnes accessibles.

1GC 1 (1 seule gare par commune est modélisée ; $\alpha = 1$ donc le frein de la distance est exprimé)

Dans cette série aucune simulation ne permet d'obtenir 5 millions de personnes accessibles, même en une heure. Le scénario le plus faible, le 10 + 20, donne plus d'un million de personnes accessibles dans l'agglomération restreinte de Marseille, d'Ensuès à Aubagne et à Nice. Si les simulations 10 + 40 et 10 + 50 changent peu la carte des accessibilités, le 20 + 10 permet d'uniformiser les accessibilités à plus d'un million de personnes accessibles de Martigues à La Ciotat en passant par Berre et de Golfe-Juan à Monaco. Les 20 + 30 et 20 + 40 (20 minutes en train et 40 minutes en VI) permettent à Cannes et Toulon d'entrer dans cette plage d'accessibilité. C'est le cas pour Arles et Fréjus dans le 30 + 30, Arles, Salon-de-Provence et Draguignan dans le 40 + 10 et tous les espaces précités plus Avignon et Breil-sur-Roya dans le 40 + 20 et le 50 + 10.

VI.3.3 Des lignes directrices dans l'analyse : vers une typologie de sous-ensembles

L'ensemble des résultats est le fruit de nombreux mécanismes et peuvent donner lieu à plusieurs interprétations. Préalablement à l'analyse, il est nécessaire d'en extraire les logiques induites par la construction de la méthode.

L'effet des conditions de simulation : les différences entre les quatre séries

Tout d'abord, la série TEG bénéficie de plus de gares, donc plus de nœuds, sans division correspondante de la population : toutes les gares d'une même commune sont affectées du total accessible aux pas de temps donnés. Il en résulte une augmentation du volume général de la population accessible et donc des résultats globalement supérieurs à la série 1GC .De plus, ces résultats varient selon les communes. Pour bien avoir à l'esprit les différences de densité de gares par commune, signalons que Marseille possède 9 gares, Saint-Raphaël et Cannes 5 gares, Nice, Martigues et Menton 3 gares, Antibes et Hyères 2 gares et l'ensemble des autres communes de PACA 1 seule gare. Pour être tout à fait juste, il convient de préciser qu'une partie des gares secondaires sont desservies par des services lents, ce qui nuit à leur accessibilité (au moins deux tiers des gares marseillaises et l'essentiel des gares secondaires cannoises et raphaëloises).

D'autre part, la densité de gares améliore les résultats des segments train, les simulations présentant des durées de déplacement train longues sont donc avantagées par rapport à celles donnant une place plus large aux segments VI.

Une seconde logique est induite. Lorsque $\alpha = 1$, la distance est prise en compte dans les calculs d'accessibilités VI. Les résultats sont donc plus faibles. Cela provoque un déficit global des effectifs de population accessible par rapport aux séries dans lesquelles $\alpha = 0$. En outre, cette prise en compte de la distance pénalisant les trajets VI, les simulations dans lesquelles le trajet en train est plus long présentent des résultats plus forts. Ainsi le 20 + 10 (20 minutes de train et 10 minutes de VI) peut être globalement plus riche en population accessible que le 10 + 40 ou même le 10 + 50 (10 minutes de train et 50 minutes de VI), remettant en cause la logique arithmétique qui voudrait que le temps de déplacement total ordonne les résultats.

Deux profils de séries vont donc s'opposer. Lorsque $\alpha = 1$ les meilleurs résultats sont ceux où le trajet en train est le plus long, 50 + 10 ou 40 + 20 alors que lorsque $\alpha = 0$, ce sont les simulations que l'on peut qualifier d' « équilibrée », c'est-à-dire qui proposent des trajets train et VI de durée sensiblement égale qui sont les plus performants (en l'occurrence le 30 + 30 dans les deux cas). Cela peut donner lieu à plusieurs explications. Nous pouvons en développer une : la présence de seuils dans les temps de parcours. Il semble que la limite des 10 minutes, aussi bien en VI qu'en train, définisse un espace beaucoup plus restreint que celui

des 20 ou 30 minutes. En revanche, le passage à 40 ou 50 minutes pour l'un ou l'autre des segments n'apporte plus de gains assez substantiels pour compenser la perte d'accessibilité de l'autre segment. Cette explication est non seulement mathématique (c'est une question de proportionnalité) mais aussi géographique. Il n'est effectivement pas surprenant de penser que la métropolisation se construit entre autre par des déplacements de 30 minutes, et qu'au-delà l'offre de transport est moins riche et/ou la population moins dense.

Quoi qu'il en soit, ce phénomène original déduit des résultats peut être mis en avant car il conduit à une vision nouvelle des déplacements intrarégionaux, allant à l'encontre des pratiques modales réticentes à l'intermodalité ou la réduisant au strict minimum. Certainement il ne s'agit que de simulations, et pragmatiquement il serait bien malaisé pour un voyageur de s'arrêter au milieu de son trajet en train pour effectuer la seconde moitié du parcours en voiture. Cependant ce genre de résultats ouvre des perspectives.

Finalement, les quatres séries peuvent être qualifiées les unes par rapport aux autres.

TEG0 : cette série surestime largement les résultats totaux. L'absence de la distance dans le calcul profite aux communes bien desservies par la route, bien que les communes accueillant beaucoup de gares soient aussi avantagées.

TEG1 : cette série présente des résultats totaux probablement plus réalistes mais le rapport de force est sans doute exagérément en faveur du train et des gares les plus accessibles.

1GC0 : bien que surestimant les totaux de populations accessibles, c'est la série qui paraît offrir les structures les plus proches des analyses quantitatives du territoire et le rapport de force le plus équilibré entre train et VI. Toutefois sa prise en compte du service ferroviaire est imparfaite, et les communes desservies par les autoroutes sont avantagées.

1GC1 : cette série est sans doute la plus réaliste dans les ordres de grandeur des populations accessibles. Malgré la réduction du service ferroviaire à une gare par commune, le train paraît jouer un rôle trop important dans les résultats. Peut-être un $\alpha = 0.5$, sans préjuger du réalisme du résultat, permettrait de mieux représenter le rapport de force VI/TC, étant donnée la mobilisation du train le plus rapide comme accessibilité de référence en TC.

Comme on le voit, les quatre séries présentent des avantages et des inconvénients, c'est pourquoi nous les considérerons toutes les quatre de front pour mener l'analyse qui suit.

Les logiques des séries expliquent une partie importante des variations et permettent assez bien de comparer les cartes entre elles. La plus grande richesse de ces simulations réside toutefois dans les spécificités locales qui dessinent la métropolisation en PACA. En effet, au sein des cartes, plusieurs entités spatiales réagissent différemment.

Situations contrastées et écarts de performance

Une première observation peut faire émerger des sous-espaces par la simple comparaison des valeurs de population accessible selon les séries. Nous considérons donc que la lecture des cartes isole une dizaine de zones (cf. cartes et commentaires précédents) pour lesquelles, par simplification, nous avons identifié une commune principale. Pour deux d'entre elles, la commune représente la totalité de la zone correspondante (Arles et Breil-sur-Roya).

Zones (commune principale)	TEG 0	TEG 1	1GC 0	1GC 1
Marseille	39,7 M (9,6 M)	10,3 M (7,8 M)	29,3 M (2,8 M)	3,2 M (1, 2 M)
Nice	26,3 M (3,9 M)	3,7 M (1,6 M)	18,8 M (2,55 M)	2,1 M (950 000)
La Ciotat	26,4 M (1,2 M)	9,8 M (150 000)	18,7 M (1,2 M)	2,7 M (150 000)
Fréjus	14,5 M (500 000)	3,2 M (200 000)	9,8 M (450 000)	1,8 M (100 000)
Draguignan	11 M (340 000)	2,9 M (77 000)	7,9 M (340 000)	1,6 M (77000)
Vintimille	15,1 M (2 M)	2,8 M (400 000)	14,3 M (1,8 M)	1,9 M (830 000)
Toulon	17 M (1,9 M)	8,9 M (600 000)	20,5 M (1,9 M)	2,8 M (460 000)
Avignon	12,3 M (1,4 M)	9,4 M (500 000)	9,9 M (1 M)	1,2 M (250 000)
Cavaillon	14,3 M (890 000)	4,8 M (170 000)	13,2 M (700 000)	1,7 M (170 000)
Arles	17,9 M (400 000)	9,5 M (100 000)	14,9 M (400 000)	2,3 M (100 000)
Orange	8 M (830 000)	1,9 M (140 000)	6,8 M (650 000)	770 000 (140 000)
Breil-sur-Roya	6 M (9600)	1,8 M (2600)	7 M (9600)	1,2 M (2600)

Tableau 16 : Les populations accessibles par zone dans la région PACA, maximum (minimum)

Meilleur résultat par série

Le tableau 16 présente les maxima et les minima (entre parenthèse) pour chaque série et pour chaque sous-espace.

Le premier enseignement que l'on peut tirer est que, dans tous les scénarios, pour le minimum et le maximum, Marseille s'impose comme le cœur de la métropolisation en PACA et l'agglomération marseillaise comme le noyau métropolitain numéro un. Rappelons que les chiffres du tableau sont surestimés (Marseille et ses neuf gares) et qu'ils ne correspondent pas à la réalité des populations accessibles, mais à un indicateur métropolitain mêlant la population et les performances des réseaux de transport. De plus, les commentaires précédents permettent de mettre en relief ces chiffres bruts selon la série donnée (voir les différences entre les quatre séries).

La position de Marseille comme noyau métropolitain numéro un se confirme avec les très bons résultats de La Ciotat, qui représente la périphérie de la métropole marseillaise, que l'on peut étendre jusqu'à Martigues et Istres à l'ouest et Salon-de-Provence au nord. La Ciotat affiche à peu de choses près les mêmes performances que Nice, qui constitue donc le second foyer de métropolisation s'étendant de Cannes à Menton, à savoir la conurbation azuréenne.

Ce second niveau de métropolisation (encore une fois, en prenant uniquement en compte l'accessibilité et la population) est aussi perceptible à Toulon (auquel il faut ajouter l'agglomération avec notamment la ville d'Hyères), qui pour 3 séries sur 4 rivalise (au moins) avec La Ciotat et Nice.

Un troisième niveau peut-être attribué à Arles, qui présente des maxima comparables à Toulon mais des minima bien inférieurs. Arles représente une seconde couronne de la périphérie marseillaise.

L'agglomération avignonnaise connaît des accessibilités assez proches d'Arles, surtout dans les scénarios où $\alpha = 1$. On peut la considérer comme un troisième foyer de métropolisation mais dans 3 séries sur 4 les maxima sont presque moitié moins forts qu'à Marseille, Nice ou Toulon. La cause en est l'isolement causé par la faiblesse du service en gare d'Avignon-Ville au profit de la gare TGV d'Avignon, dont le rôle est plus celui d'un relais vers Lyon ou Paris que d'un levier de construction métropolitaine en PACA. Nous associons donc à cette zone la 3e couronne périphérique marseillaise, identique en termes de résultats. La correspondance peut être faite avec Vintimille et les gares italiennes jusqu'à San Remo et Taggia à l'est et l'agglomération de Fréjus-Saint-Raphaël à l'ouest pour le foyer métropolitain azuréen.

Vient ensuite un espace intermédiaire, constitué des communes varoises autour de Draguignan et jusqu'à Carnoules. Si cet espace est la zone du littoral la moins métropolisée ou la moins accessible, elle se détache largement de l'arrière-pays. C'est probablement dans cette zone charnière, tampon entre les espaces métropolitains denses et la grande majorité de vides que comporte la région PACA que les enjeux de métropolisation devraient se faire les plus aigus dans les années à venir. De plus remarquons que les derniers espaces naturels du littoral PACA se situent précisément dans le Var.

Une dernière couronne englobe le village de Breil-sur-Roya, au poids démographique très faible mais qui bénéficie dans certain cas d'une desserte ferroviaire, et au nord-ouest de la région la ville d'Orange et les municipalités environnantes, dont les résultats sont nettement moins spectaculaires. Signalons que le train de la Roya est une relation ferroviaire désuète et peu efficace, les 6 trains par jour reliant Nice à Breil doivent encore édulcorer l'établissement de Breil dans cette couronne.

Le reste de la région constitue un grand vide qui reste l'une des structures majeures de l'espace étudié. Evoquons les cas d'Aix-en-Provence, commune de taille importante et intégrée à la métropole marseillaise (on parle de métropole bicéphale), qui subit ici le même mécanisme qu'Avignon, c'est-à-dire une connexion régionale délaissée au profit d'une gare TGV peu accessible du centre-ville. À ce sujet, précisons que dans les séries TEG, la gare d'Aix-en-Provence TGV obtient les mêmes résultats que les gares marseillaises, justifiant l'intégration à la métropole provençale.

Afin d'être tout à fait complet, ajoutons que Manosque et Meyrargues peuvent être ajoutées à Aix-en-Provence pour constituer un tampon entre le littoral décrit plus haut et l'arrière-pays vide et isolé, voir figure VI-20.

En plus de la comparaison brute des valeurs par sous-espaces, l'ensemble des simulations donne des informations qui semblent intéressantes sur les cheminements modaux. En effet les zones identifiées réagissent différemment par rapport aux combinaisons intermodales simulées.

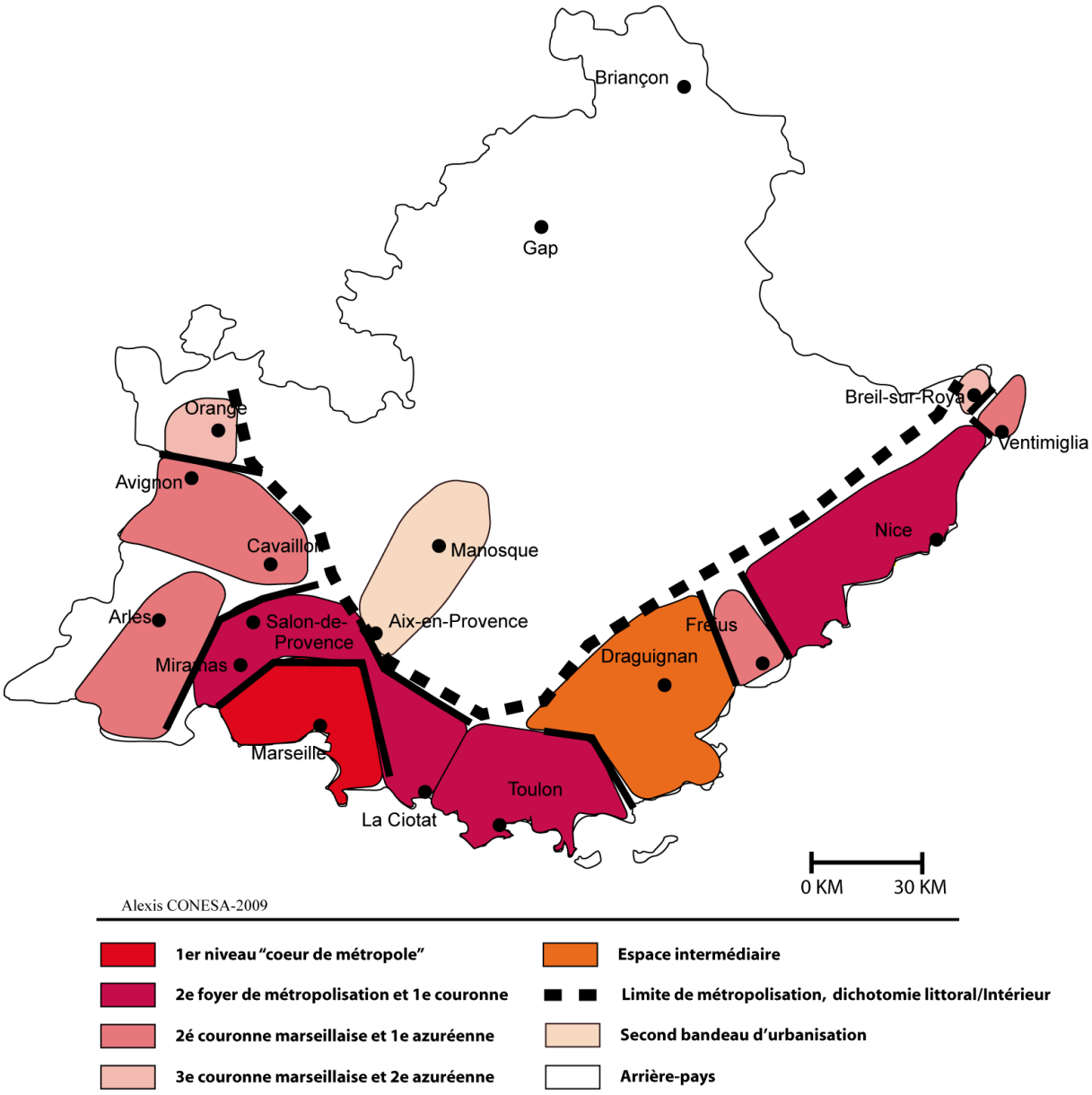


Figure VI- 20 : Les espaces de la métropolisation en PACA selon les populations accessibles

Un essai d'identification de profils modaux

Afin de déterminer plus qualitativement les performances produites dans chaque sous-espace, une comparaison des meilleures combinaisons par série a été effectuée. Ainsi, pour un même pas de temps, des meilleurs résultats avec un trajet VI long (10 + 50 par exemple) ou au contraire un trajet en train long (50 + 10) dénotent de disparités dans les performances respectives des réseaux de transport et permettent l'établissement de « profils » pour les zones étudiées.

Le tableau 17 reprend pour chaque ville et pour chaque série de simulations la combinaison modale permettant de rejoindre le plus d'habitants. À chaque pas de temps figure la meilleure combinaison.

	TEG 0			TEG 1			1GC 0			1GC 1		
	30 Minutes	50 Minutes	1 Heure	30 Minutes	50 Minutes	1 Heure	30 Minutes	50 Minutes	1 Heure	30 Minutes	50 Minutes	1 Heure
Marseille	10 + 20	20 + 30	30 + 30	20 + 10	20 + 30	40 + 20	10 + 20	20 + 30	30 + 30	20 + 10	20 + 30	30 + 30
Nice	10 + 20	20 + 30	20 + 40	20 + 10	20 + 30	40 + 20	10 + 20	20 + 30	20 + 40	20 + 10	20 + 30	30 + 30
La Ciotat	20 + 10	20 + 30	40 + 20	20 + 10	40 + 10	40 + 20	20 + 10	20 + 30	20 + 40	20 + 10	20 + 30	40 + 20
Fréjus	20 + 10	20 + 30	30 + 30	20 + 10	40 + 10	50 + 10	20 + 10	20 + 30	30 + 30	20 + 10	40 + 10	50 + 10
Draguignan	20 + 10	40 + 10	40 + 20	20 + 10	40 + 10	50 + 10	20 + 10	20 + 30	40 + 20	20 + 10	40 + 10	50 + 10
Vintimille	10 + 20	20 + 30	30 + 30	20 + 10	40 + 10	40 + 20	10 + 20	10 + 40	30 + 30	20 + 10	40 + 10	40 + 20
Toulon	10 + 20	20 + 30	20 + 40	20 + 10	40 + 10	50 + 10	20 + 10	20 + 30	20 + 40	20 + 10	40 + 10	40 + 20
Avignon	10 + 20	20 + 30	50 + 10	20 + 10	40 + 10	50 + 10	10 + 20	20 + 30	20 + 40	20 + 10	40 + 10	40 + 20
Cavaillon	10 + 20	20 + 30	20 + 40	20 + 10	40 + 10	50 + 10	10 + 20	20 + 30	20 + 40	20 + 10	40 + 10	50 + 10
Arles	10 + 20	40 + 10	30 + 30	20 + 10	40 + 10	50 + 10	10 + 20	20 + 30	30 + 30	20 + 10	40 + 10	50 + 10
Orange	10 + 20	20 + 30	30 + 30	20 + 10	40 + 10	50 + 10	10 + 20	20 + 30	30 + 30	20 + 10	40 + 10	40 + 20
Breil-sur-Roya	20 + 10	40 + 10	40 + 20	20 + 10	40 + 10	50 + 10	20 + 10	40 + 10	30 + 30	20 + 10	40 + 10	40 + 20

Tableau 17 : Meilleure combinaison intermodale pour chaque pas de temps, chaque série et chaque zone

Combinaison avec le trajet VI le plus long par pas de temps
Combinaison avec le trajet en train le plus long par pas de temps
(Les combinaisons sur fond blanc sont situées entre ces deux extrêmes pour chaque pas de temps)

Des profils bien distincts émergent. Tout d'abord, Nice et Marseille s'illustrent par un avantage aux déplacements dans lesquels le VI prend une plus grande place. Les deux foyers de métropolisation seraient donc mieux desservis en modes routiers qu'en train. Vintimille présente aussi un profil plus VI que train, c'est une conséquence directe de la situation de Nice (et par extension Cannes, Antibes et Monaco).

A l'opposé, un profil tourné vers le train se dessine à Breil-sur-Roya, Draguignan et à un degré moindre Fréjus. Pour Breil-sur-Roya il s'agit d'une conséquence de la connexion directe à Nice, qui est une liaison ponctuelle et peu fréquente, et donc peu représentative du service TC.

En revanche, la situation des espaces intermédiaires dépend fortement de la performance des services de transports publics, les gares TGV des Arcs-Draguignan et Saint-Raphaël-Valescure favorisant l'accessibilité et donc les conditions de la métropolisation. Pour ces espaces, il paraît pertinent d'établir une construction métropolitaine basée sur le train.

Les autres situations sont plus contrastées, on notera une légère tendance en faveur du train à Arles et l'inverse à Toulon.

Ces calculs permettent donc d'établir une spécialisation modale des zones étudiées. Mais il est encore plus intéressant de confronter ces profils aux performances abordées dans la partie précédente, et ce par l'intermédiaire de seuils. En effet, plus qu'un profil VI ou train, c'est un seuil de temps de trajet qui va faire évoluer de manière décisive les résultats.

Un espace organisé par des seuils de temps ?

Afin de combiner les performances et les profils, une méthode simple a été mise en place. La première étape en a été la définition de situations « optimales ». Ainsi on a considéré comme optimale toute simulation qui permet à au moins un nœud de l'espace étudié d'obtenir des

résultats qui la classe à son niveau d'accessibilité le plus fort par série (> 5 millions, > 1 million ou > 100 000 personnes accessibles). Par exemple, pour la série TEG1, la commune d'Arles dépasse la barre des 5 millions de personnes accessibles une seule fois, pour le 50 + 10. Cette simulation est donc jugée optimale. Selon les performances, les espaces ont des simulations optimales plus ou moins nombreuses, ainsi Marseille en a 39 et Breil-sur-Roya 10.

A partir de ces simulations optimales, des seuils ont été déduits comme le montre le tableau 18.

	Seuil déduit	Part des simulations au-dessus du seuil optimales
Agglomération marseillaise	30 minutes intermodal	39/40
Conurbation azuréenne	20 minutes VI	28/28
Périphérie marseillaise	30 minutes TC	14/16
Agglomération toulonnaise	1 heure intermodal	17/20
Arles	40 minutes TC	8/12
Agglomération avignonaise	40 minutes TC	9/12
Agglomération Fréjus-Saint-Raphaël	30 minutes TC	14/16
Cavaillon et communes alentour	40 minutes TC	9/12
Frontalières ligures	30 minutes VI	17/20
Littoral varois	40 minutes TC	9/12
Orange et comunes alentour	1 heure intermodal	16/20
Breil-sur-Roya	40 minutes TC	8/12

Tableau 18: Seuils de temps déduits et leur représentabilité

Le tableau se lit ainsi : pour Arles, 8 simulations comprenant au moins 40 minutes de train sur 12 (40 + 10, 40 + 20 et 50 + 10 multipliés par 4 séries = 12 simulations) sont optimales. Le seuil déduit pour Arles est donc de 40 minutes de train, quelle que soit la durée du trajet VI.

Notons bien que ces seuils sont nécessairement issus de nos pas de simulation et ne peuvent s'en départir, **la méthode étant exploratoire**. Cependant, plus que les nombres en tant que tels, les seuils sont l'expression d'une performance des services de transport.

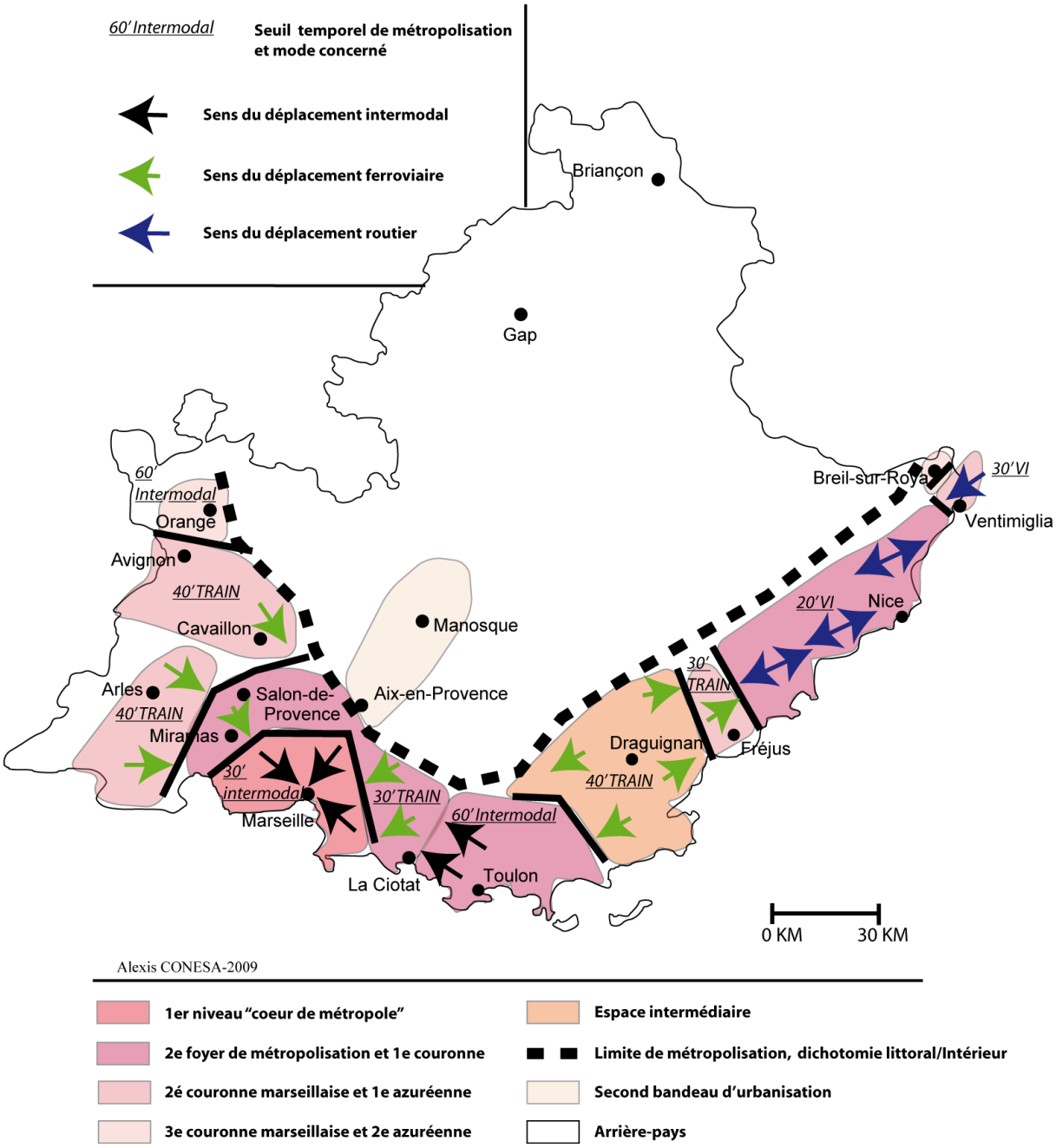


Figure VI- 21 : Seuils temporels et modes associés dans les sous-ensembles métropolitains de la région PACA

La combinaison des valeurs et des profils permet donc de construire cette carte des seuils riche d'enseignements (figure VI-21). Encore une fois les structures mises en lumières sont à prendre avec beaucoup de précaution. Le tableau précédent est là pour rappeler la solidité des seuils établis (pour Arles par exemple, 8 cas sur 12 soit 3 sur 4 n'est pas un seuil exempt de toute remise en cause). De plus, rappelons que pour le segment TC il s'agit du meilleur train de la journée, indicateur pouvant être trompeur et surestimer le rôle des relations ferroviaires dans l'espace donné. Par exemple, Cavaillon n'est desservi que par 5 trains par jour, ce qui représente un service ferroviaire médiocre. Néanmoins il est clair qu'à partir de 40 minutes de train, la population accessible de Cavaillon est beaucoup plus forte. **Sans remettre en cause**

les sructures bien connues de cet espace, comme celle de la domination automobile à Cavaillon ou Salon-de-Provence, l'exercice entend montrer le potentiel brut (meilleur train par jour) de structuration métropolitaine offert par un dosage entre VI et TC dans une combinaison intermodale.

Dans cette optique, le premier trait marquant que l'on peut voir émerger est une dichotomie est/ouest : approximativement à partir de Théoule-sur-mer jusqu'en Italie les lignes de forces des dynamiques métropolitaines sont construites par les VI. En revanche en allant vers l'ouest c'est plutôt le train qui peut favoriser les croissances métropolitaines. Cette conclusion mise à part, l'intérêt est de décortiquer les composantes de notre région métropolitaine.

-Métropole Aix-Marseille: le cœur de la métropole profite d'un volume de population supérieur pour asseoir sa domination sur les autres espaces de PACA. Mais c'est bien l'accessibilité qui lui permet de structurer la région autour d'elle. La construction de la région métropolitaine se réalise en 2 temps : dans les environs immédiats (dans un losange Cassis - Aubagne - Etang de Berre - Carry-le-Rouet) la densité et l'accessibilité vont de pair, le seuil de 30 minutes de déplacement intermodal étant indicatif et certainement supérieur à la réalité. Successivement, une seconde auréole apparaît, celle-là étant due à la bonne tenue du service de trains régionaux de Miramas à La Ciotat en passant par Salon-de-Provence et Istres, qui assure la connexion à Marseille en 30 minutes. Il apparaît donc que **les relations ferroviaires ont un rôle potentiel à jouer dans la construction métropolitaine de cet espace**. La relation de moins d'une demi-heure entre Marseille et l'étang de Berre, si elle est sans doute insuffisamment exploitée, peut présenter un exemple de complément à une desserte automobile.

-Les villes moyennes de l'est de PACA : Les trois unités urbaines formant ce sous-ensemble ont des résultats divers concernant les performances brutes. L'agglomération avignonnaise (jusqu'à L'Isle-sur-Sorgue), Arles (à laquelle on peut ajouter Tarascon) et la ville de Cavaillon et ses voisines (Orgon, Senas et Lamanon) ont des profils plutôt favorables aux trajets en train, notamment avec des liaisons vers la métropole marseillaise en 40 ou 50 minutes (notons que Cavaillon bénéficie d'une accessibilité vers Avignon en plus de celle vers l'espace métropolitain marseillais à partir de 20 minutes en train). **Étant données les performances et les grandes différences entre les séries, ces seuils n'ont pas de grande signification**. En revanche, ils montrent bien que l'agglomération avignonnaise nécessite une connexion à l'espace métropolitain marseillais, en l'occurrence par l'intermédiaire de la liaison TGV à Miramas, pour atteindre un niveau de métropolisation conforme au poids démographique d'Avignon. **Encore une fois, le train semble pouvoir jouer un rôle pour la construction métropolitaine à Miramas mais aussi à Avignon**.

-A un degré moindre, Orange et les communes avoisinantes (Courthezon, Bédarrides, Sorgues et Bollène) peuvent prétendre participer à la métropolisation littorale, à condition d'améliorer leur accessibilité qui les place à au moins une heure des foyers de population.

-L'agglomération toulonnaise : Malgré ses bonnes performances minimales et maximales, cet espace (de Bandol à Hyères) nécessite une connexion longue pour rivaliser avec la

conurbation azuréenne par exemple. C'est un enseignement du tableau 4 et une preuve que, bien que possédant un poids démographique important, l'espace toulonnais nécessite d'être connecté à Marseille pour obtenir ses meilleures performances de population accessible. L'isolement géographique de la ville aboutit à cette situation dans laquelle une unité spatiale peuplée peine à se développer pleinement. Les performances des réseaux de transport, et particulièrement des combinaisons intermodales, permettent toutefois de placer Toulon à 50 ou 60 minutes de Marseille, et de lui procurer des valeurs de population accessible semblables et parfois supérieures à Nice. **C'est un des cas où la notion de seuil prend tout son sens.** Il est en outre intéressant de constater **que la relation ferroviaire en 40 minutes entre Toulon et Marseille ne joue finalement pas un si grand rôle que cela dans la qualification de cet espace, étant données les peformances comparées des modes routiers, qui sont très efficaces**.

-La Côte d'Azur : à l'intérieur de l'agglomération les modes routiers structurent entièrement la métropole, par une plage d'accessibilité de 20 minutes. C'est en effet à peu près le temps nécessaire pour relier Antibes à Nice, Nice à Monaco ou Cannes à Grasse. La nature de la métropole étant plutôt anisotropique que polarisée, la diffusion des accessibilités en auréoles n'est pas avérée. Si l'arrière-pays est délaissé par le train (hormis le cas cocasse mais peu structurant de Breil-sur-Roya), la métropolisation semble pouvoir se construire aux marges du second foyer de population de la région. À **l'intérieur de cette conurbation, la pertinence du train est en l'état questionnable**.

-La frontière italienne : de Vintimille à Bordighera, San Remo, Taggia et plus rarement Imperia, la diffusion de la population accessible semble pouvoir se réaliser. Remarquons que la proximité kilométrique n'est pas exploitée à plein car il faut 30 minutes de VI pour se connecter suffisamment profondément à la Côte d'Azur pour bénéficier de son potentiel démographique. Si les projets à grande vitesse français intègre Vintimille, il semblerait qu'un potentiel puisse exister jusqu'à Savone et même Gènes, étant donnée la densité de ce chapelet de villes (et de gares) ligures, même si elle est inférieure à celle du littoral azuréen. Là encore, **le rôle des TC dans la dynamique de métropolisation reste à construire.**

-L'agglomération Fréjus-Saint-Raphaël : à partir de Mandelieu-La-Napoule et vers l'ouest, cette zone bénéficie d'une connexion TGV rapide vers Cannes et Nice pour intégrer le processus de métropolisation. **Un espace de poids démographique relativement faible parvient à se rattacher à une dynamique métropolitaine en très grande partie grâce au train**. Cette situation est encore plus intéressante un peu plus à l'ouest.

-Les communes varoises autour de Draguignan : à partir des Arcs jusqu' à Carnoules, un chapelet de gares auront certainement un rôle à jouer dans la structuration métropolitaine future de PACA. Si leur poids démographique est trop faible pour pouvoir rivaliser avec les autres espaces littoraux, la gare TGV des Arcs permet une double connexion. En effet, en 40 minutes de train, Draguignan accède non seulement à Toulon mais aussi à Cannes. Notons que la qualité d'établissement de ce seuil est supérieure à ce que peut laisser penser le tableau

4 (17 simulations sur 20). En effet, les résultats moyens de cet espace pour la plupart des séries ne permettent pas la sélection d'un seuil bas car la base démographique est très faible.

En outre, cet espace contient certainement deux sous-ensembles. Effectivement, à l'ouest, les communes entre Carnoules et Hyères, en plus de bénéficier de la connexion TGV aux Arcs, peuvent se connecter directement à Toulon, et ce plutôt en VI. Cette hypothèse peut aboutir à qualifier un espace comme une périphérie de l'agglomération toulonnaise mais ne remet en aucun cas en cause le discours sur le TGV, qui dépasse cette distinction.

L'accessibilité ferroviaire bidirectionnelle dont dispose cet espace le place au centre des dynamiques métropolitaines.

Conclusion

L'approche développée dans cette partie mobilise à la fois des mesures sur base de données horaires et des simulations reprenant une formulation gravitaire pour calculer des quantités accessibles. Cette combinaison méthodologique incite à la prudence : les quantités accessibles en VI sont des simulations et pour le train seul le plus rapide de la journée est pris en compte, ce qui constitue un indicateur d'offre de transport bien faible. Néanmoins, la grande hétérogénéité des situations en PACA gomme ces lacunes et les résultats obtenus font sens. Ces cartes d'accessibilité doivent être comprises comme représentant des potentiels pour les dynamiques métropolitaines. Mis à part les spécificités inhérentes à la construction de la méthode (cas particuliers d'Aix-en-Provence et Breil-sur-Roya), les représentations produites dressent un tableau cohérent des dynamiques de métropolisation en PACA. De plus, ils précisent la pertinence des TC selon les sous-espaces. Trois types de situation ont été mis en lumière :

Des espaces où les TC (en l'occurrence le TGV) jouent **un rôle décisif**. C'est le cas pour les agglomérations varoises de Fréjus-Saint Raphaël et surtout Draguignan. Ici ce sont uniquement les relations ferroviaires qui permettent de faire entrer des espaces interstitiels et encore peu anthropisés dans la dynamique régionale de métropolisation.

-Des espaces où les TC ont **un rôle potentiel intéressant**. On évoque ici Avignon (sans parler de la gare TGV) ou la couronne marseillaise et des villes comme Miramas, La Ciotat ou Istres.

-Des espaces où le rôle des TC **reste à développer**. C'est le cas de la conurbation azuréenne, y compris la partie frontalière de la riviera ligure. Si cet espace semble aujourd'hui dépendant de l'automobile, la possibilité d'un développement territorial dans lequel les TC sont associés n'est pas à évacuer définitivement. Plus largement, le cas de Toulon illustre la faiblesse du rôle des TC par rapport aux modes routiers entre les trois espaces métropolitains denses de la région. C'est à cette échelle supérieure que le problème se pose peut-être le plus vivement étant données les vélléités de LGV. Notons que l'avion ne joue ici aucun rôle dans la construction métropolitaine régionale : aucun trajet direct entre Nice-Côte d'Azur et Marignane n'est proposé (sources : sites internet concernés).

Conclusion Chapitre VI

En complément des indicateurs d'accessibilité horaire, deux méthodes ont été développées. La première conduit à des indicateurs qui se posent comme un parallèle à l'accessibilité. Les indications qu'ils fournissent sur les services de transport interrogent la question de l'échelle d'utilisation des modes de transport.

La seconde méthode permet de mesurer à la fois le rapport de force et la complémentarité entre les transports collectifs et les véhicules individuels. En plus de la finesse que ces indicateurs permettent dans l'analyse des structures et des hiérarchies, ils ont servi à montrer sur PACA que les transports ferroviaires étaient susceptibles de jouer un rôle non négligeable sur le développement métropolitain.

Malgré sa partition en plusieurs instruments, la méthode paraît donc cohérente dans son objectif d'appréhender les services de transport dans leur capacité à construire du territoire.

CONCLUSION DEUXIÈME PARTIE

La méthode utilisée mobilise plusieurs analyses complémentaires :
- des calculs d'accessibilité à des pôles territoriaux ;
- des mesures d'accessibilité fonctionnelle à des sites métropolitains ;
- des indices de capillarité des chemins ;
- des populations accessibles en combinaisons intermodales.

Ces méthodes nécessitent plusieurs outils et techniques quantitatives :
- un **graphe horaire spatialisé** : MapNod ;
- un **logiciel d'extraction des données** horaires sur Internet : Shadock ;
- une **procédure automatisée** qui permet de calculer deux indicateurs à partir des identifiants d'arcs pour un grand nombre de chemins : *Calcule O* ;
- une **plateforme de modélisation** qui simule des accessibilités routières : FRED.

La mobilisation de ces différents outils va dans le sens d'une combinaison et d'une intégration des techniques en vue d'un résultat le plus significatif possible. Ainsi si le travail ne réalise pas d'innovations techniques au sens strict, la combinaison d'outils différents relève d'une démarche innovante. L'objectif méthodologique est en effet de participer à une amélioration des techniques, par un perfectionnement des outils, mais aussi par une meilleure intégration entre ces outils. Il a ainsi paru considérablement fertile de mobiliser les savoir-faires autour d'un projet méthodologique fort : mesurer de la meilleure manière possible l'inscription territoriale des réseaux.

Ainsi la question de l'acquisition des données horaires se pose avec beaucoup d'acuité chez les modélisateurs, que ce soit dans les sphères techniques (CETE) ou dans la recherche (voir à ce sujet la thèse de Sandra Bozzani-Franc (Bozzani 2005). Ce questionnement a par exemple été l'un des thèmes porteurs de la journée d'échanges organisée par le réseau des économistes du transport (SETRA) le 17 Avril 2007 portant sur « L'accessibilité des voyageurs en interurbain : enjeux et méthodes ».

D'autre part, la combinaison entre une logique horaire et logique non-horaire dans la modélisation des transports constitue aussi un enjeu méthodologique de premier ordre.

Il convient de préciser la nature de la contribution personnelle au sein de ce projet méthodologique, qui varie entre la conception et réalisation complète (*Calcule O*), la participation à la conception et à la réalisation (Shadock), l'aide à la conception (nouvelles procédures dans MapNod) et enfin le passage des fichiers de FRED à MapNod.

A cette partie méthodologique succède la troisième et dernière, qui consiste en l'analyse des résultats produits.

TROISIÈME PARTIE

LES CARACTÉRISTIQUES DES RÉSEAUX DE TRANSPORT COLLECTIF EN NORD-PAS-DE-CALAIS ET EN PACA : ANALYSE ET PROSPECTIVE

Afin de répondre à la problématique de l'analyse des réseaux de transport collectif dans leur potentiel à créer du territoire, nous avons développé un ensemble de méthodes permettant d'obtenir des indicateurs complémentaires, dont chacun relève d'un domaine d'application différent. Ces indicateurs renseignent à leur manière sur le territoire. L'objet de cette dernière partie est de tirer parti de ces indications et cela en différentes directions. Tout d'abord, l'ambition opérationnelle du travail nécessite une application concrète et orientée vers un meilleur fonctionnement possible des régions métropolitaines. Cela ne constitue pas le seul apport du travail. En effet une prise de recul sur les cas locaux est envisagée. Elle permettra de tirer des enseignements de la démarche adoptée et du travail produit dans la thématique des caractéristiques territoriales des réseaux de transport : Comment les considérer de manière globale et théorique ? Quels processus et quelles dynamiques recouvrent-ils ? Et enfin comment les mesurer de la meilleure manière possible ?

La troisième partie est ainsi organisée en trois chapitres. Le premier traite de l'analyse et l'interprétation des résultats vers la mise en relief de dysfonctionnements dans les réseaux. Une réponse immédiate est fournie dans le chapitre VIII avec des propositions concrètes d'aménagement des réseaux de transport et leurs résultats. Enfin, le dernier chapitre matérialise la prise de recul et questionne sur la construction du territoire en elle-même.

Chapitre VII : Interprétation des résultats : Tendances lourdes et cas remarquables

L'arsenal méthodologique mobilisé suit un déroulement logique qui est de prendre en compte le plus fidèlement possible les qualités territoriales des réseaux de transport collectif. Il conduit à trois types d'indicateurs différents : des calculs d'accessibilité horaire territorialisée, des mesures de la capillarité des chemins et des calculs de population accessible en mobilisant véhicules individuels et transports collectifs dans une chaîne intermodale. Ces différents indicateurs se combinent selon deux logiques. Dans la plupart des cas des tendances lourdes apparaissent et dessinent des structures territoriales prégnantes. Quelques cas particuliers se distinguent néanmoins. L'objectif de ce chapitre est de décrire plus précisément que dans la deuxième partie les différentes situations mais surtout de **faire émerger des structures spatiales**. Pour ce faire, des exemples sont développés et représentés.

Notons bien que ces analyses valent exclusivement pour les indicateurs mis en place, qui sont de type « caractéristiques des réseaux de transport ». **Les résultats mis en valeur sont théoriques et ne concernent pas nécessairement des enjeux territoriaux avérés.** Cette analyse brute permet non seulement de montrer les différentes facettes de l'organisation spatio-temporelle des deux régions, mais de plus elle possède un intérêt prospectif. En effet, l'esprit de cette thèse est de montrer, indépendamment des logiques territoriales ou des besoins exprimés, **les possibilités de structuration des territoires par les transports collectifs**. Nous nous situons donc dans l'établissement d'un **potentiel**, certes hypothétique, mais porteur de perspectives. **Notre ambition n'est pas de devancer les pratiques de déplacement mais de leur fournir les possibilités d'une évolution.**

Remarquons de la même manière la richesse d'interprétation des indicateurs de capillarité. Ils ont en effet été créés pour retranscrire les qualités d'une infrastructure de transport indépendamment de sa fonction générale puisqu'on y étudie les possibilités de détourner cette fonction. **O et DO échappent ainsi à une logique normative** : ils représentent une avancée méthodologique mais n'ont pas un sens opérationnel instantané. Comprenons par là qu'**un indicateur de capillarité fort ne doit pas nécessairement être associé à une bonne situation et *vice-versa*.** Il est préférable d'adapter le commentaire à la situation. Ces deux remarques générales valent pour le capitre VIII également.

La mise en lumière des structures passe par un travail de représentation cartographique qui veille à minimiser l'imprécision en restant dans une logique par nœud ou par chemin. Les sous-espaces sont ainsi déterminés par extrapolation abstraite et non cartographique des données unipolaires ou relatives à un chemin. Rappelons que la plupart des chiffres cités ont été présentés de manière synthétique dans la deuxième partie.

L'échelle régionale a donc la priorité de l'analyse. L'échelle urbaine dans les centres de Nice et Lille sera aussi traitée. Enfin, les cas particuliers (différences entre aller et retour, situation spécifique d'une ville, etc.) seront présentés en dernier lieu. La structure du chapitre contient deux sous-parties : les résultats en Nord-Pas-de-Calais et en région PACA.

VII.1 Le Nord-Pas-de-Calais : des bases pour structurer la métropolisation

La région du Nord-Pas-de-Calais se distingue par une situation générale assez bonne au regard des résultats fournis. Toutefois des dysfonctionnements ont pu être repérés dans le potentiel de fonctionnement du territoire régional et dans les situations locales, en particulier à l'intérieur de l'agglomération lilloise. Ainsi, une première partie montrera comment Lille se pose comme la clé de voûte de la métropolisation dans le Nord-Pas-de-Calais de par l'organisation et les performances territoriales de réseaux. Nous traiterons ensuite des difficultés dans les autres relations, avant de conclure sur les cas remarquables.

VII. 1.1 Lille, une métropole relais de l'Europe du Nord-Ouest ?

Quels que soient les indicateurs pris en compte, la constante la plus évidente qui ressort de l'analyse dans le Nord-Pas-de-Calais est la bonne accessibilité de Lille. Elle se manifeste non seulement dans l'accessibilité aux polarités externes mais aussi dans la position centrale et dominante dans le réseau régional.

Lille se pose en effet comme la tête de pont de la région vers l'extérieur. Les accessibilités horaires vers Londres, Bruxelles et Paris sont les meilleures : une heure de mieux que tous les autres nœuds à l'exception de Douai vers Paris, idem vers Londres et des écarts encore plus importants vers Bruxelles, avec le Lille - Bruxelles de 38 minutes qui apparaît comme très satisfaisant. Le même constat est à réaliser pour les accessibilités vers Lille avec cependant des différences moins importantes. Avec des trajets n'excédant qu'à une seule reprise les deux heures, comme le montre la figure VI-1, Lille possède le potentiel pour se poser comme relais dans les relations entre la France, le Bénélux et la Grande-Bretagne. Le mauvais positionnemennt horaire pour une arrivée à 9 heures dans les relations avec Bruxelles n'empêchent en rien les *commuting*. Le seul frein potentiel à une structuration territoriale quotidienne entre Lille et les pôles externes semble être le départ avant 7 heures pour une arrivée à Lille à 9 heures. Cette baisse d'accessibilité est uniquement le fait du décalage horaire, et pour le londonien elle est logiquement compensée lors du retour. Signalons de surcroît que rien ne prédispose un fonctionnement quotidien entre Lille et Londres, et donc qu'il s'agit bien d'un **potentiel** et non d'une réponse à un besoin exprimé. Le niveau d'accessibilité externe de Lille est ainsi selon nos critères satisfaisant au vu de son ambition.

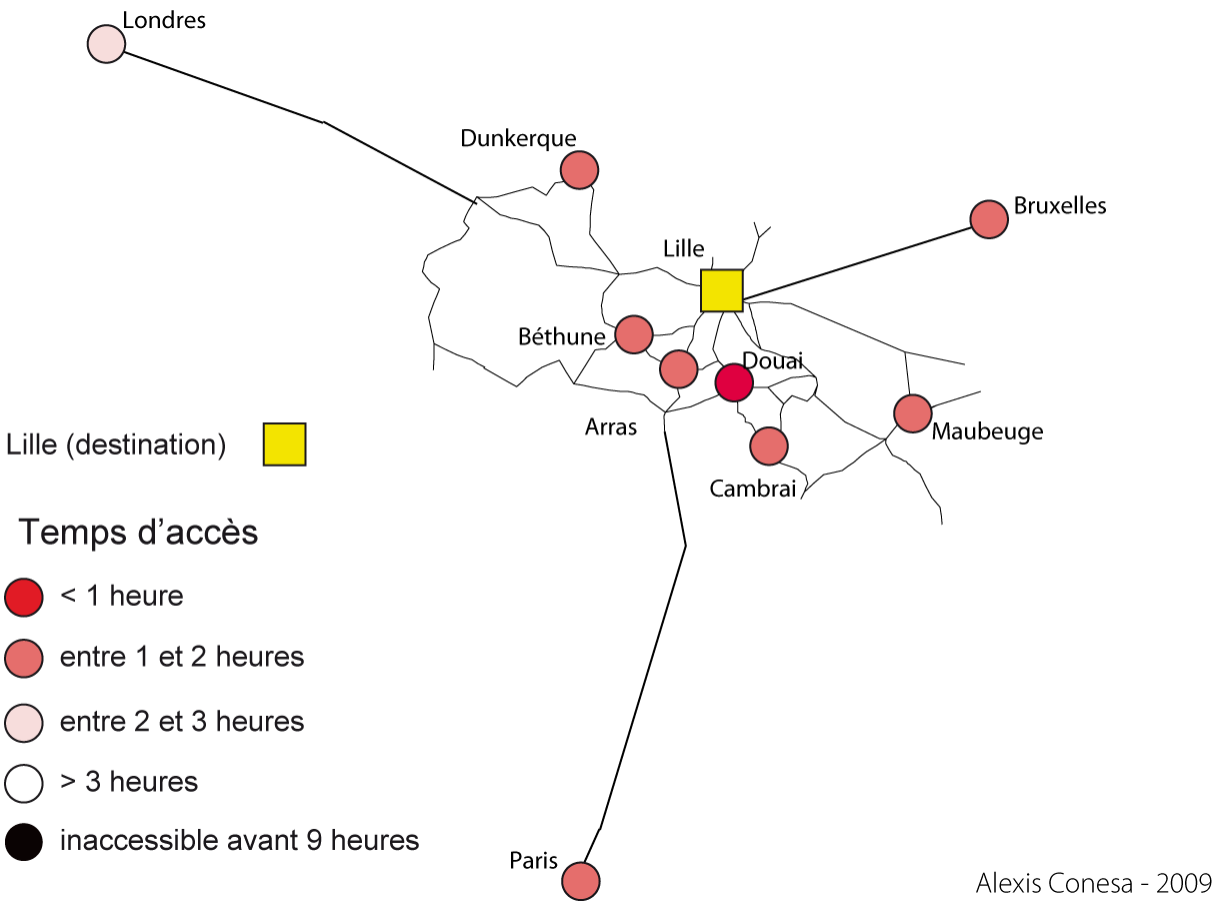


Figure VII- 1 : Accessibilité horaire des pôles choisis du NPdC à Lille

La figure VII-1 montre le deuxième aspect de l'accessibilité lilloise : la bonne accessibilité interne. En effet, tous les pôles régionaux ont accès à Lille en moins de deux heures pour une arrivée à 9 heures, dont un en moins d'une heure. L'inverse est vrai dans tous les cas sauf une arrivée à 9 heures à Maubeuge partant de Lille, mais en revanche deux nœuds sont accessibles en moins d'une heure.

En termes de fonctionnement métropolitain, les sites lillois sont globalement les plus accessibles, tant pour une arrivée avant 9 heures que pour un départ à partir de 18 heures. Euralille, symbole de la métropolisation en Nord-Pas-de-Calais et cœur de la métropole, est le site le plus accessible. La figure VII-2 montre clairement une accessibilité qui suit un schéma étoilé avec les branches partant de Lille. L'organisation spatiotemporelle des accès au centre régional montre un réseau radial, avec un secteur de très bonne accessibilité à Valenciennes et en revanche une grande zone de mauvaise accessibilité qui s'étend du sud de la Côte d'Opale à Saint-Pol-sur-Ternoise. Notons aussi des interstices aux réseaux régionaux entre Cambrai et Maubeuge, entre Béthune et Lens et dans le Valenciennois.

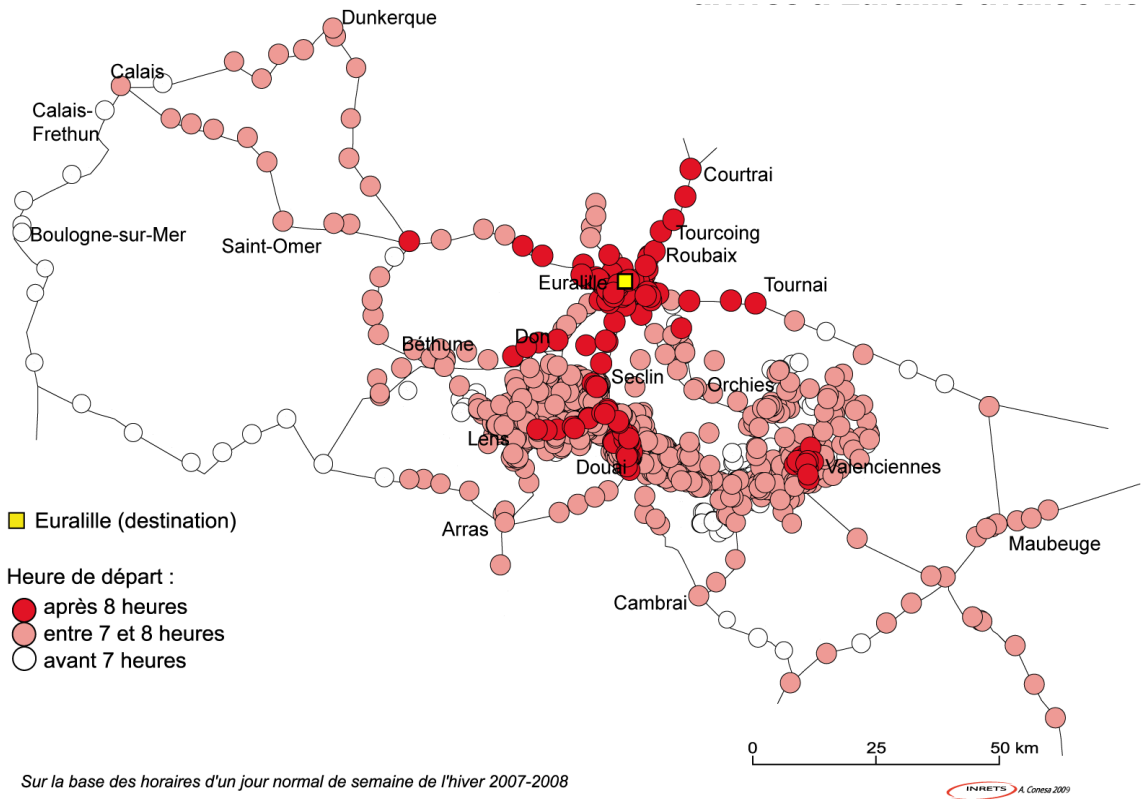


Figure VII- 2 : La bonne accessibilité au centre de Lille à 9 heures

La plutôt bonne accessibilité de Lille vers l'extérieur de la région est compensée par une capillarité faible qui se traduit par des chemins pauvres. Cependant, les chemins vers l'ancien bassin minier sont parmi les plus riches en densité d'opportunités et cela confirme que ces relations sont au cœur de la dynamique de métropolisation de la région (voir figure VII-3).

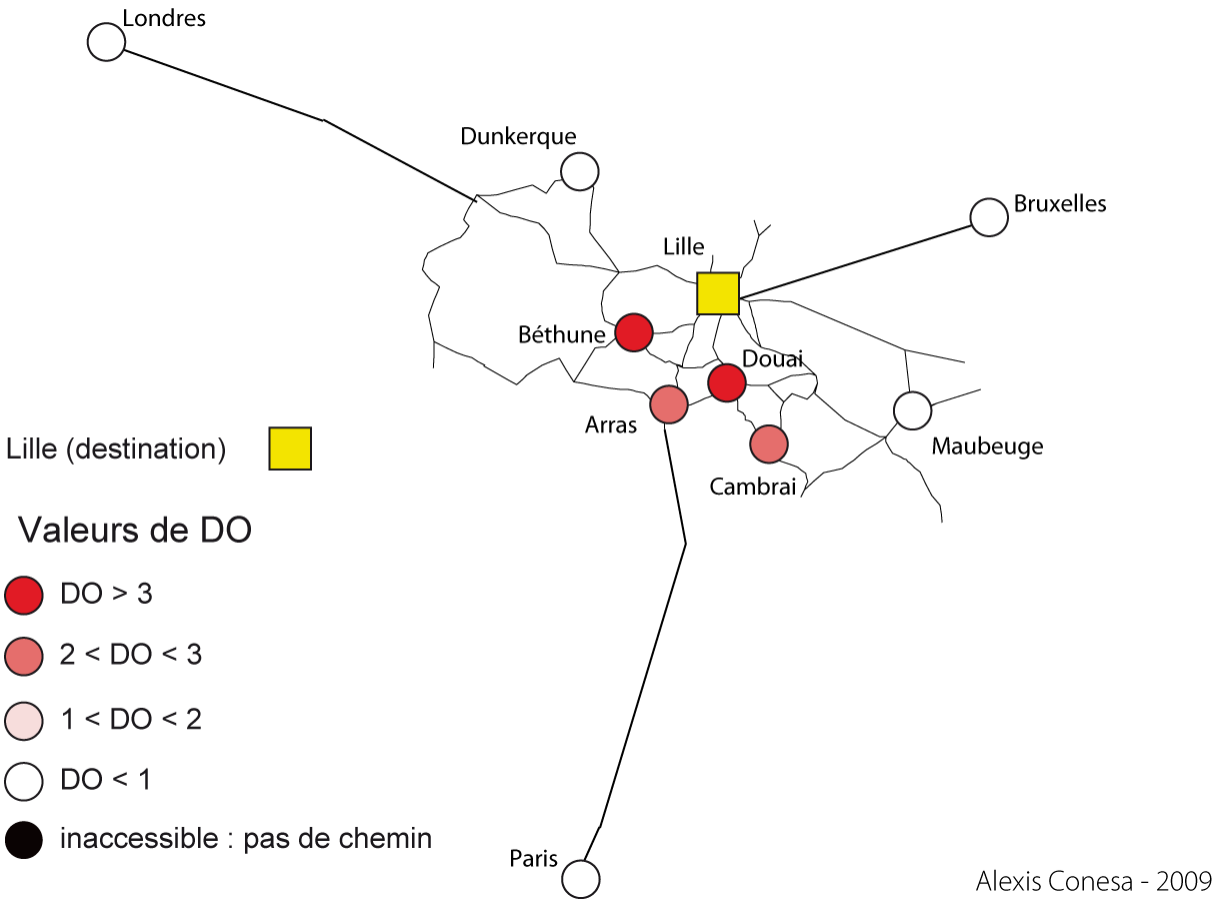


Figure VII- 3 : La richesse des chemins vers Lille à 9 heures

Tout comme la carte des accessibilités, celle de la capillarité suggère une organisation radiale de la région métropolitaine accompagnée d'un gradient centre - périphérie. Les nœuds les plus proches de l'Arc Sud, à savoir Douai et Béthune, sont aussi ceux qui engendrent les chemins les plus intéressants. Valenciennes se distingue par une bonne accessibilité grâce à un train direct bien placé avant 9 heures mais cela est compensé par une capillarité faible (O<50 pour un Valenciennes - Euralille avant 9 heures). Les autres sous-espaces apparaissent comme périphériques, avec des nuances entre eux. Mais l'accessibilité à Lille ne suffit pas à caractériser les potentiels des réseaux de transport collectifs pour une construction du territoire métropolitain.

VI.1.2 La difficulté des relations transversales

Les sous-espaces de la région Nord-Pas-de-Calais ne se qualifient pas seulement dans leur accessibilité à Lille mais dans l'ensemble des potentiels et contraintes que les réseaux leur confèrent.

Arras se pose ainsi comme le pôle secondaire de la région. La figue VII-4 montre que l'accessibilité du pôle secondaire n'a rien à envier à Lille. En effet, Arras présente des très

bonnes accessibilités de et vers l'arc sud. En ce qui concerne l'accessibilité aux nœuds externes, elle est quasiment la même que pour Lille dans les accessibilités horaires mais beaucoup plus médiocre pour les chemins arrivant après 9 heures. La vraie différence qui vaut à Lille la première place dans la hiérarchie est l'accessibilité vers Valenciennes et les périphéries de la région (Maubeuge, Cambrai avec une accessibilité quasiment identique malgré le différentiel de distance euclidienne, Maubeuge et Dunkerque). Lille organise la région autour d'elle, contrairement à Arras.

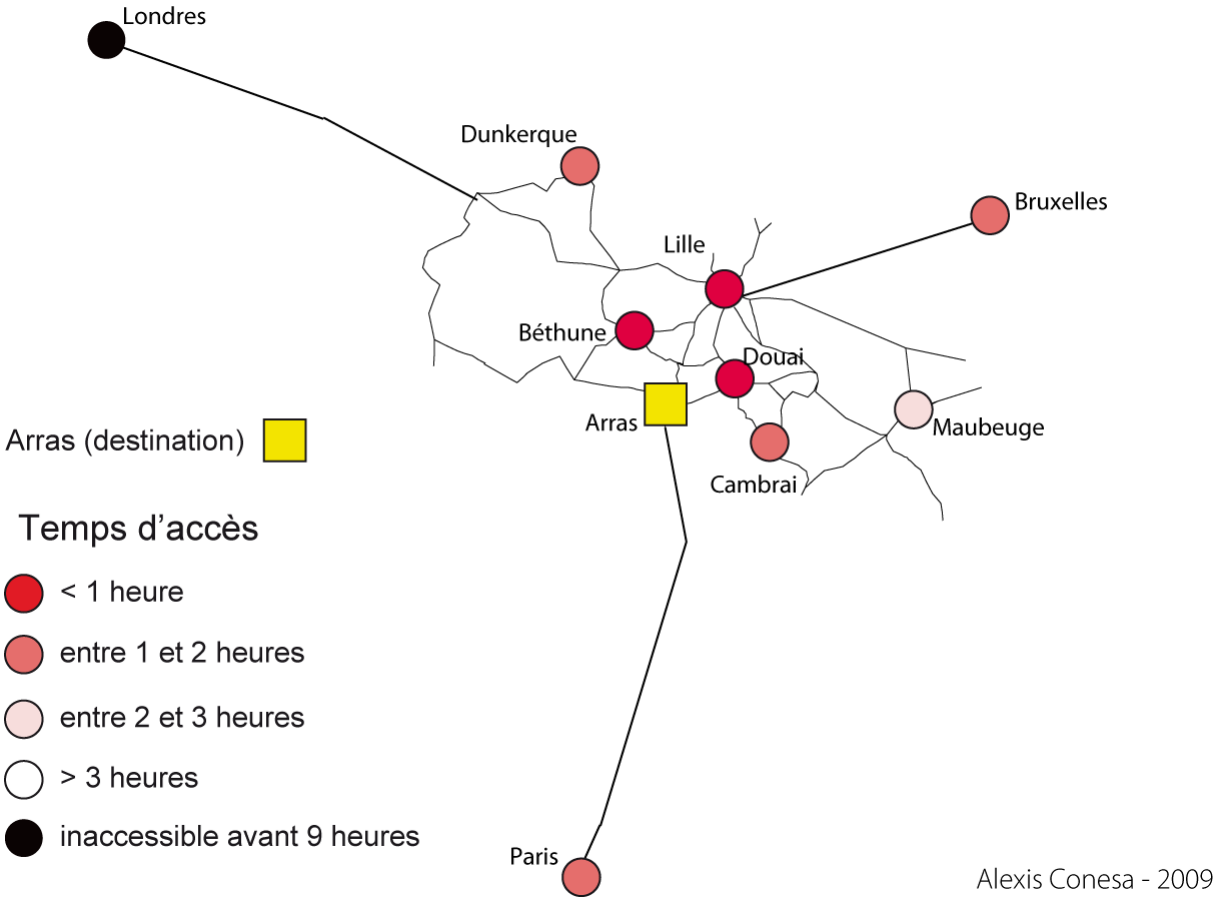


Figure VII- 4 : La bonne accessibilité au pôle secondaire d'Arras

Malgré sa bonne accessibilité générale, Arras est une polarité secondaire qui n'offre pas de grand potentiel de construction métropolitaine. En effet, nous n'avons recensé aucun site métropolitain à Arras, malgré sa position stratégique. De plus, la desserte urbaine du centre d'Arras est médiocre et le seul car départemental du Pas-de-Calais ne peut prétendre à la même performance que le VAL ou le tramway, par exemple. L'arrêt Arras Robespierre, censé représenter le centre-ville, n'est accessible pour tous les sites et pour les deux séries de calculs (arrivée avant 9 heures et départ à partir de 18 heures) qu'une seule fois pour une arrivée au Louvre-Lens à 9 heures. La faiblesse de cette desserte urbaine et l'absence de fonctions métropolitaines sont à mettre en perspective avec le faible poids démographique de l'agglomération d'Arras par rapport aux autres agglomérations de l'arc sud.

Les indicateurs de capillarité confirment cette absence de caractère métropolitain à Arras. Pour O, les résultats sont assez faibles en général, y compris pour les chemins longs vers Maubeuge ou Dunkerque (figure VII-5) qui ne dépassent pas les 150. Il faut toutefois noter que dans le sens inverse, le Arras - Maubeuge (O=169) et le Arras - Bruxelles (O=184) sont beaucoup plus capillaires mais cela est dû aux conditions d'accessibilité des nœuds de destinations.

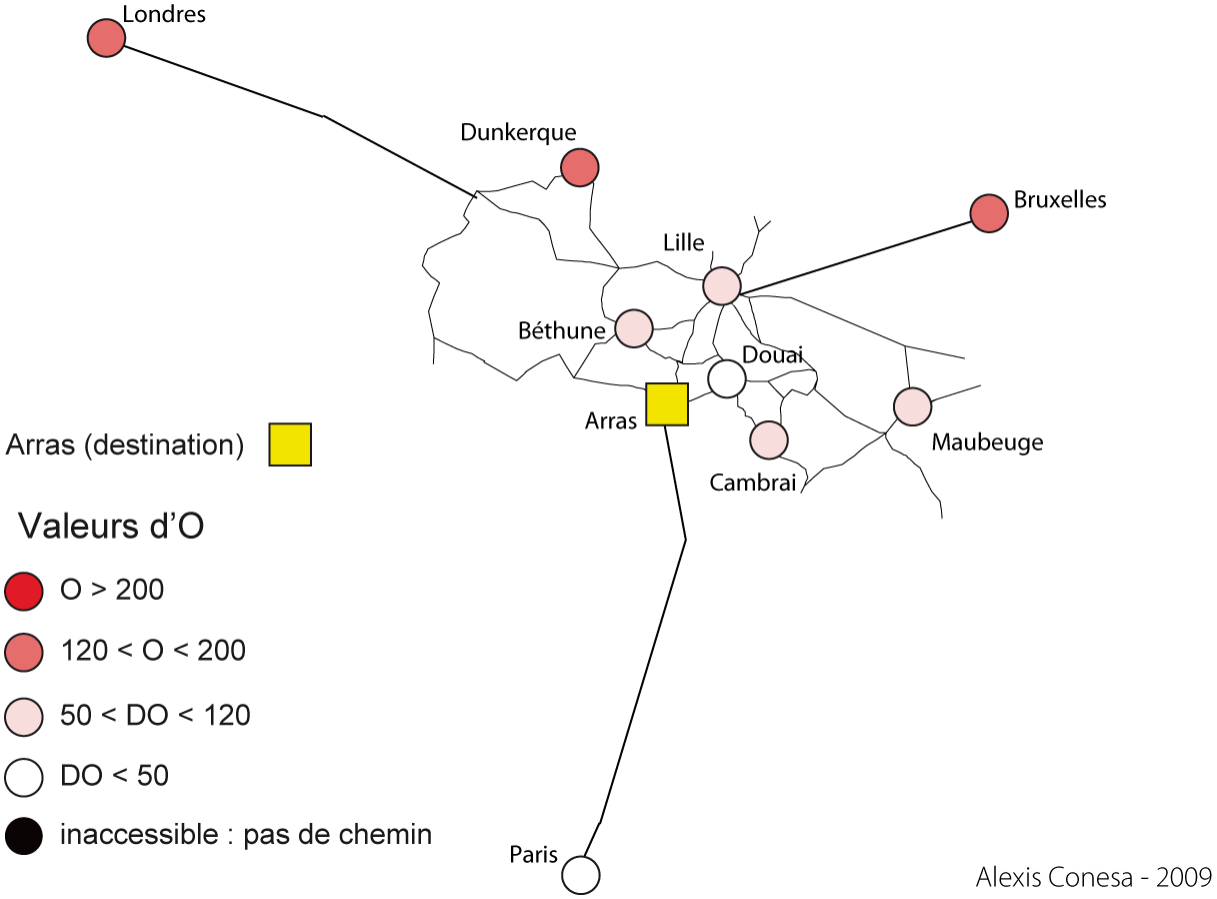


Figure VII- 5 : Capillarité des chemins des pôles choisis vers Arras

Cette parenthèse close, il est intéressant de remarquer que les chemins vers Arras sont assez pauvres, y compris avec le bassin minier, malgré la proximité spatiotemporelle discutée précédemment (figure VII-6). Seuls des chemins ponctuels comme le Arras - Béthune ou le Lille - Arras présente des DO supérieurs à 2. Cette faible capillarité n'est pas nécessairement un élément négatif, car elle est en partie la conséquence d'une mise en accessibilité rapide et efficace, notamment venant de Douai. Cependant, on peut associer à cette explication le vide que présente le graphe autour d'Arras, représentant une relative faible densité démographique et fonctionelle.

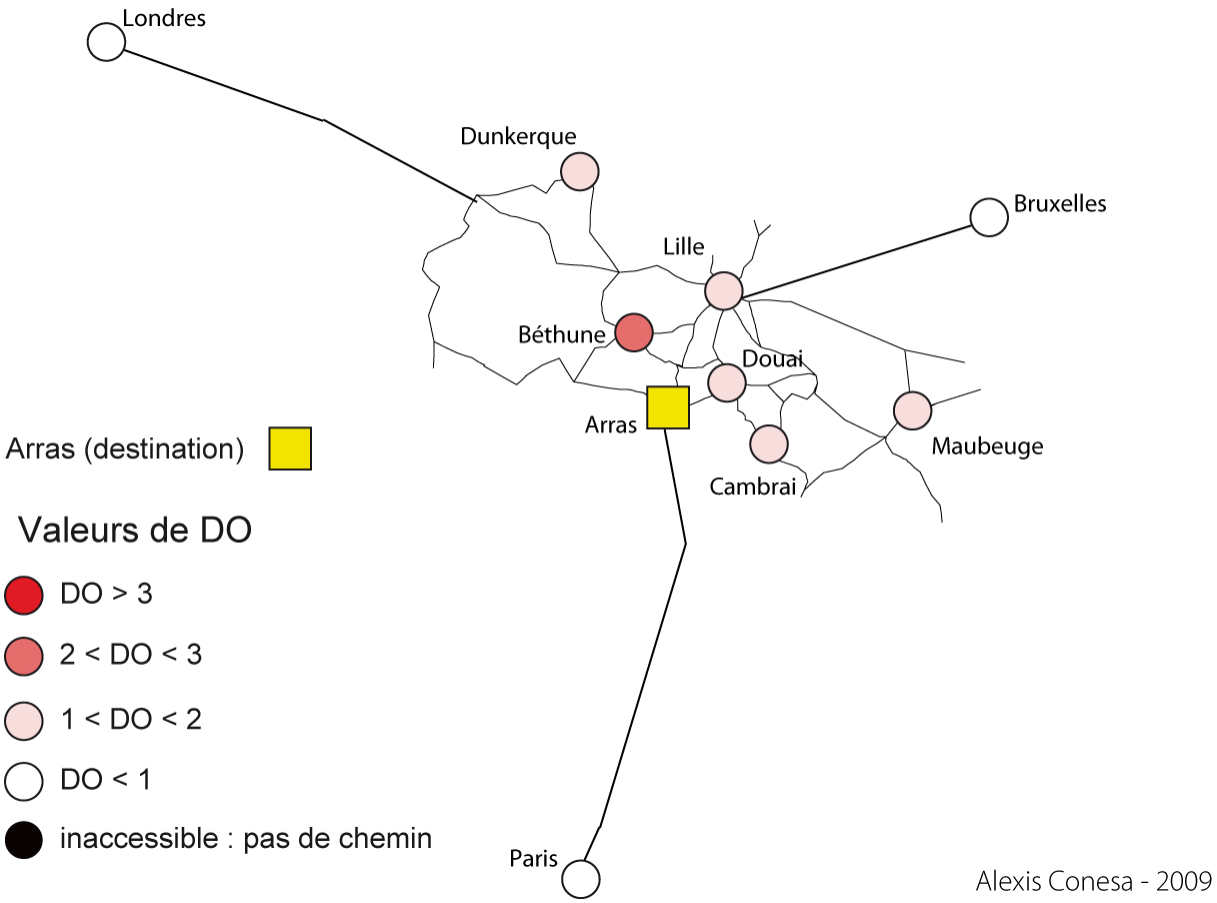


Figure VII- 6 : Des chemins régionaux peu intéressants vers Arras

Ainsi, si Arras pourrait présenter le potentiel de centralité secondaire, c'est plutôt du côté de l'arc sud que l'on doit chercher un complément de Lille dans la hiérarchie construite par les services de transport.

En effet, les tableaux de la deuxième partie montrent que Douai et Béthune ont des accessibilités proches d'Arras, si ce n'est quelques dysfonctionnements comme le Dunkerque - Douai (peu significatif d'un point de vue territorial) ou le Cambrai - Béthune en plus de deux heures, et surtout les différences dans les relations avec Paris. Mais ce qui émerge surtout des différents calculs est la cohérence de cet espace, dans lequel les principales polarités sont assez bien connectées entre elles.
La figure VII-7 représentant les accessibilités pour un départ de Delta 3 à 18 heures donne un exemple de cette situation de l'Arc Sud. En effet, si les accessibilités sont incomparables avec celles d'Euralille par exemple, l'ancien bassin minier est très bien figuré avec une auréole de deux heures autour du site de Delta 3.

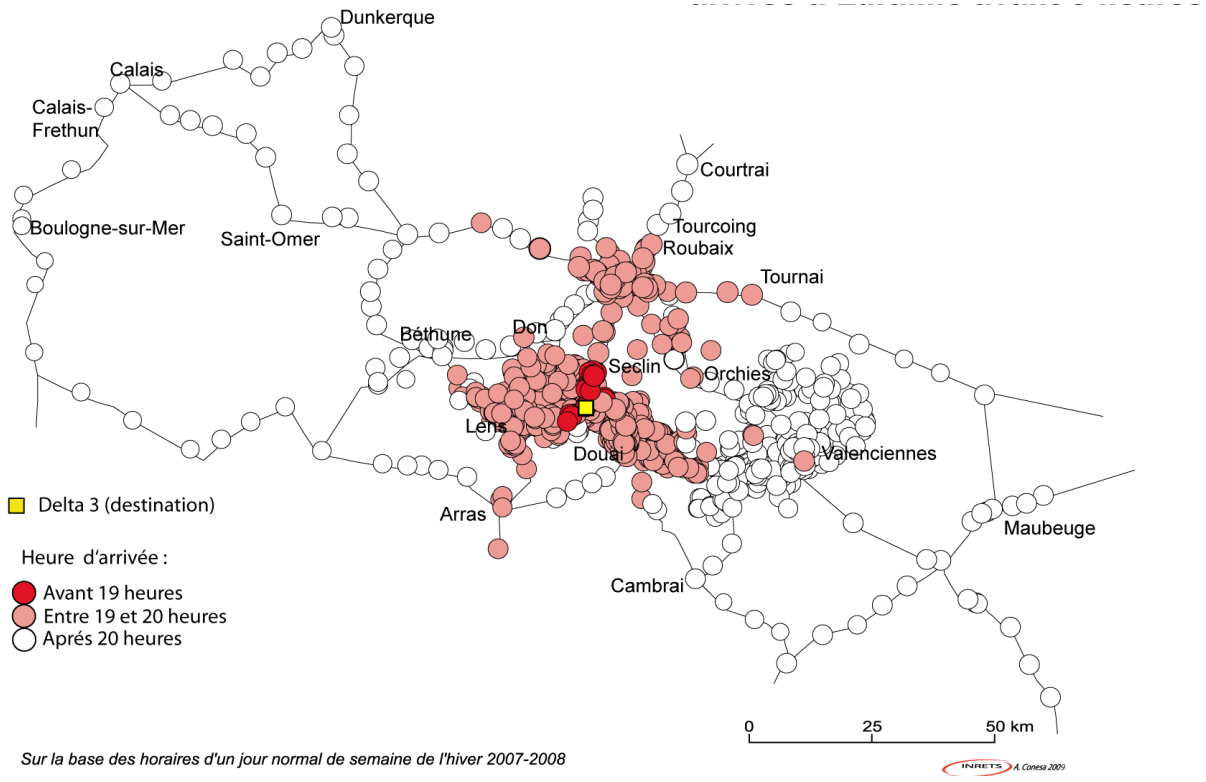


Figure VII- 7 : Accessibilité du centre du bassin minier à 18 heures

La bonne accessibilité interne entre Béthune et Douai ou encore l'homogénéité des accessibilités des différents nœuds de l'ancien bassin minier rendent cet espace cohérent. Sa nature métropolitaine est renforcée par la richesse de ces chemins internes très denses en fonctions et centres urbains. En effet, le site de Delta 3 est l'un de ceux qui engendrent les chemins les plus riches, ce qui est confirmé par la situation de Douai dont les valeurs de DO figurent sur la figure VII-8.

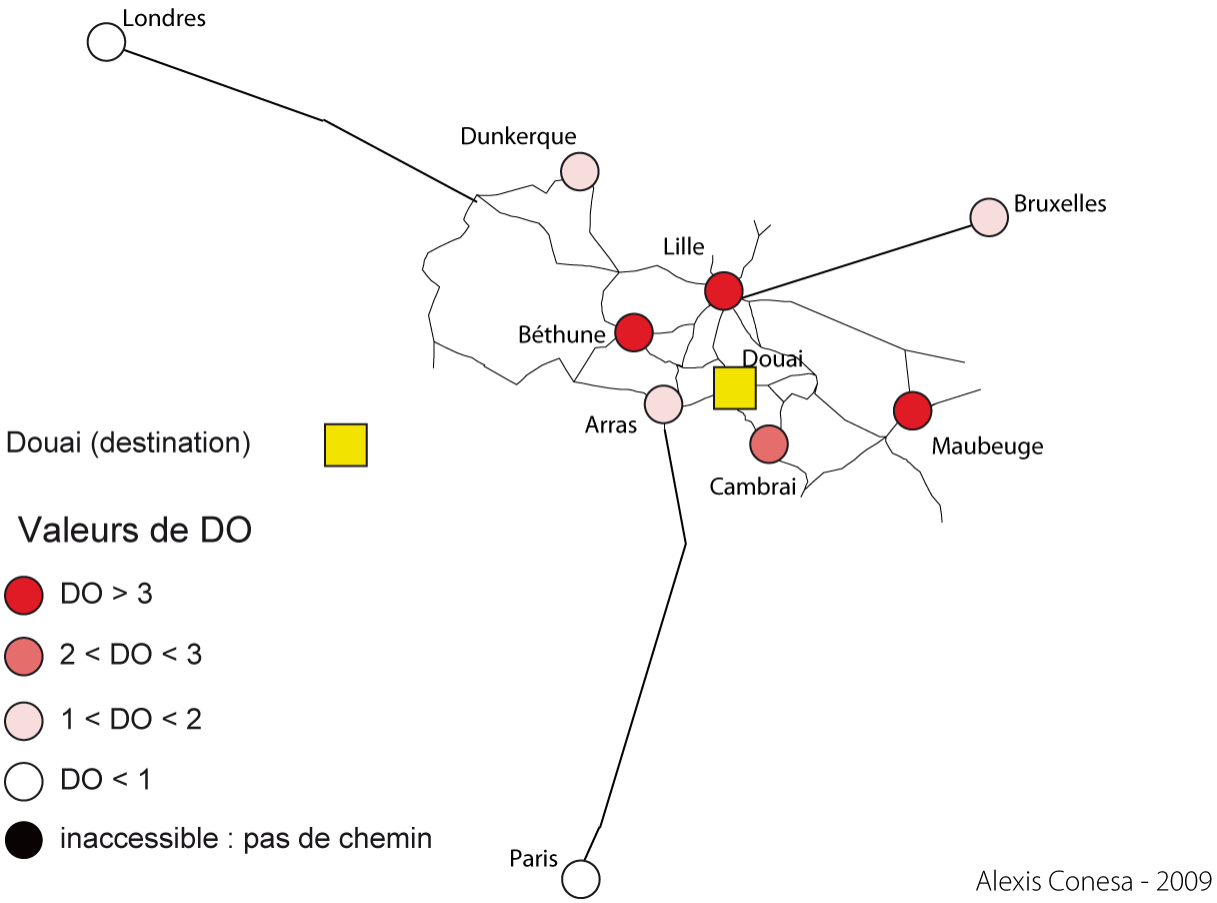


Figure VII- 8 : Des chemins riches vers Douai

L'accessibilité assez satisfaisante, la cohérence interne et la bonne capillarité des chemins relatifs à l'ancien bassin minier en font le second pôle de construction du territoire métropolitain du Nord-Pas-de-Calais. Cependant, les sites sélectionnés dans cet espace ne peuvent pour l'instant prétendre structurer le territoire métropolitain. La carte de l'accessibilité pour un départ à 18 heures du Louvre-Lens nous confirme cet état de fait (figure VII-9).

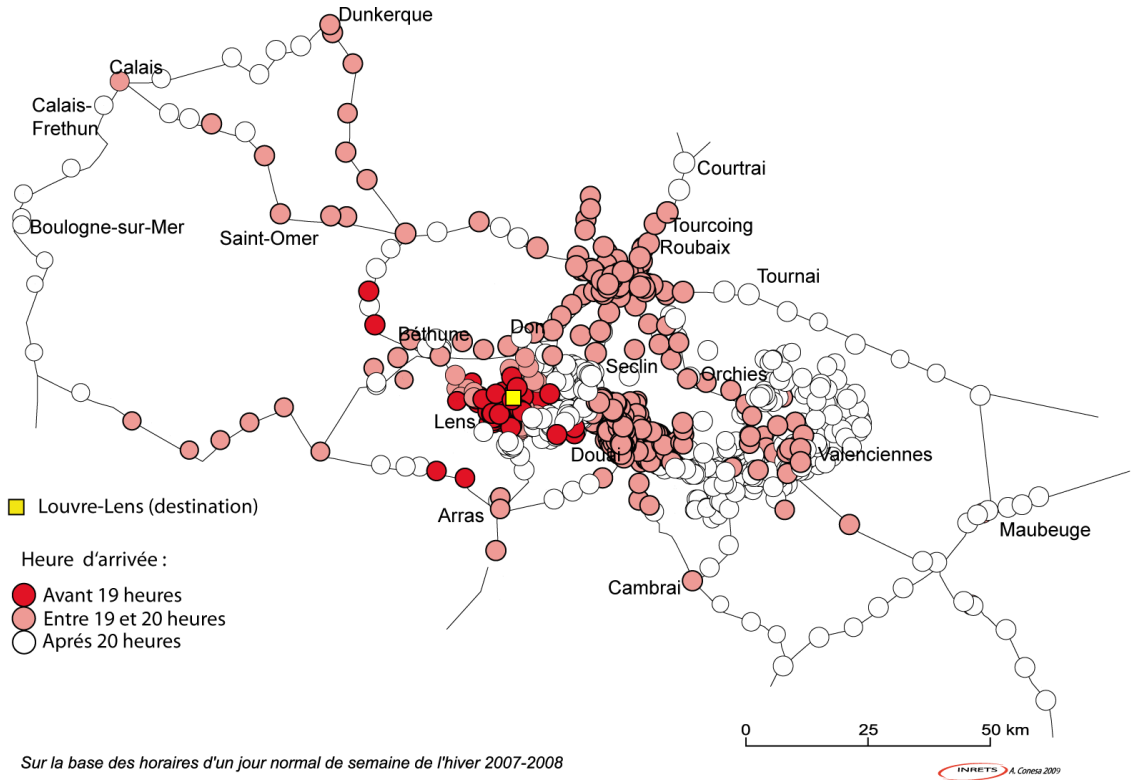


Figure VII- 9 : Accessibilité à 18 heures au départ du Louvre-Lens

L'accessibilité au départ du Louvre-Lens est bien meilleure que celle de Delta 3. Cependant elle ne peut prétendre en l'état à une structuration régionale. C'est en grande partie due à sa desserte en car qui en 2007 n'est pas calibrée pour desservir ce site, censé être le grand site métropolitain du bassin minier. Celle-ci est en effet tellement inefficace que la plupart des chemins d'accès passent par la gare de Lens et rejoignent le Louvre II à pied par un trajet de 12 minutes. Mais au-delà de cela, cette carte confirme une structure entrevue concernant la desserte de Delta 3 : la faiblesse des relations transversales. En effet, le secteur d'accessibilité ne concerne que rarement l'ensemble de l'Arc Sud, avec notamment un déficit dans le Valenciennois. Concernant Delta 3, si le Douaisis et l'ensemble des nœuds intermédiaires sont assez bien connectés, ni Béthune ni le Valenciennois ne sont concernés. Si les calculs d'accessibilité sur les pôles choisis ont montré une bonne accessibilité entre Béthune et Douai, on peut donc faire l'hypothèse que le problème concerne essentiellement Valenciennes. En effet, les résultats trahissent une faiblesse des relations transversales entre Béthune-Lens-Douai et Valenciennes.

Étant donnée la configuration de la région, ce dysfonctionnement est certainement le principal handicap à la construction métropolitaine. On peut étayer ce constat en s'intéressant au cas de Valenciennes. Au niveau des différents services (bancaires, services aux entreprises etc.), Valenciennes possède un rayonnement local important et une situation complémentaire de Lille (Paris 1993). Néanmoins, en termes de transport, la relation entre cette agglomération et le reste du bassin minier semble empêcher la constitution réelle d'une entité métropolitaine dans l'Arc Sud.

Si Valenciennes bénéficie d'un train direct bien positionné dans la grille horaire pour une arrivée à 9 heures à Lille, la réciproque n'est pas forcément vraie. Néanmoins, l'accessibilité à 9 heures à l'Ecole Supérieure des Beaux-Arts (figure VII-10) montre bien que Valenciennes s'inscrit dans un axe Lille - Jeumont. En effet, l'accessibilité générale est moindre que pour le Louvre-Lens mais la desserte en tramway évite un trajet pédestre long comme c'est le cas pour le site lensois. D'autre part, la transversalité est loin d'être assurée puisque ni Béthune, ni Lens, ni même Douai n'ont accès à l'Ecole des Beaux-arts en moins de deux heures. L'accessibilité suit donc un effet d'axe qui lie l'agglomération lilloise à Hirson en Picardie en passant par la vallée de la Sambre-Avesnois et quelques gares belges comme Tournai, Peruwelz, Blaton, Callenel, etc. De fait, la relation Lille - Valenciennes est privilégiée et semble plus propice à un fonctionnement métropolitain que Lille - Lens par exemple. Encore une fois, c'est surtout la faiblesse des accessibilités Est - Ouest qui paraît poser le plus gros problème et confirme l'hypothèse précédente.

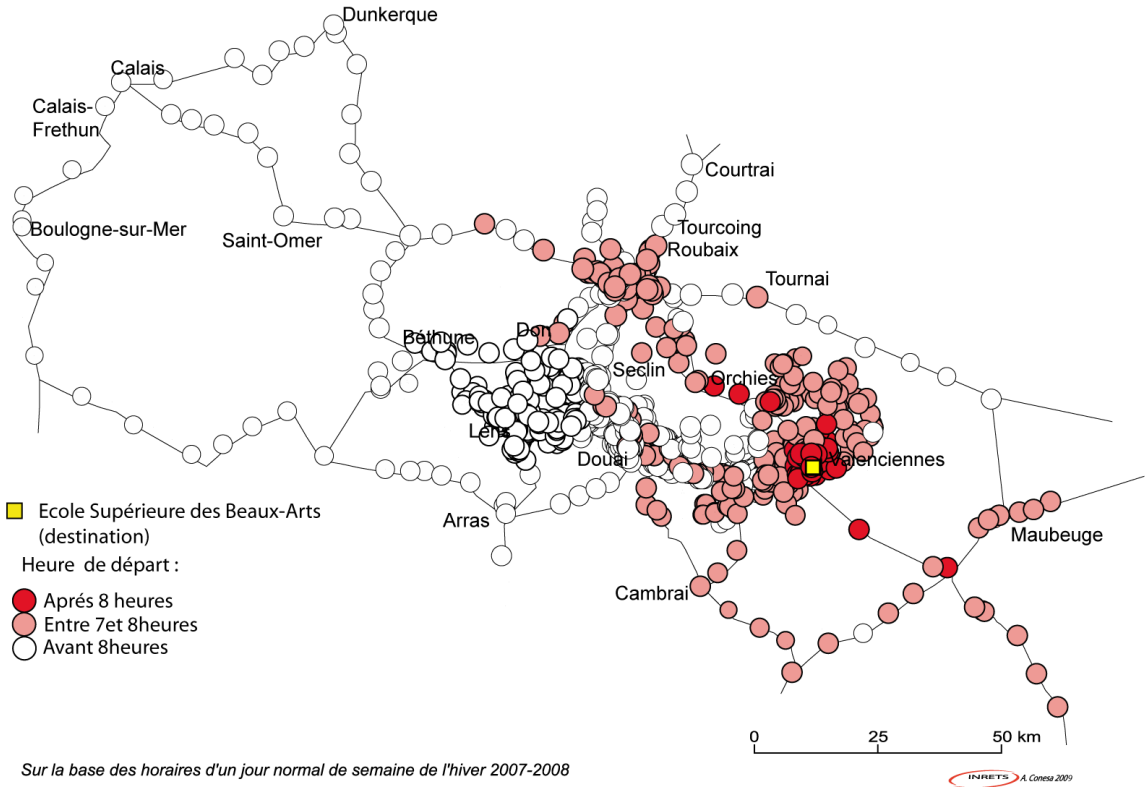


Figure VII- 10 : L'accès aux Beaux-Arts à 9 heures: la ligne Lille - Jeumont

En termes de capillarité, Valenciennes se distingue par des valeurs faibles. C'est la seule polarité secondaire qui affiche un DO inférieur à 0.5 dans le chemin d'arrivée avant 9 heures à Euralille. En ce qui concerne l'arrivée à 9 heures à l'Ecole Supérieure des Beaux-Arts, les O sont en général plus faibles que pour le Louvre-Lens par exemple. En particulier, l'axe Lille – Valenciennes - Jeumont renvoie à des capillarités faibles (figure VII-11) sur toute sa longueur d'Hirson à Frétin, Ennevelin ou Orchies. On notera aussi que dans l'agglomération lilloise, les périphéries Nord-Ouest (Saint-André-Lez-Lille, Marquette-Lez-Lille…) et Est (Ascq) présente aussi des chemins peu capillaires vers Valenciennes.

Ainsi, si l'axe Lille - Valenciennes peut présenter des opportunités de structuration territoriales supérieures à un axe transversal dans l'ancien bassin minier, c'est au détriment de la capillarité.

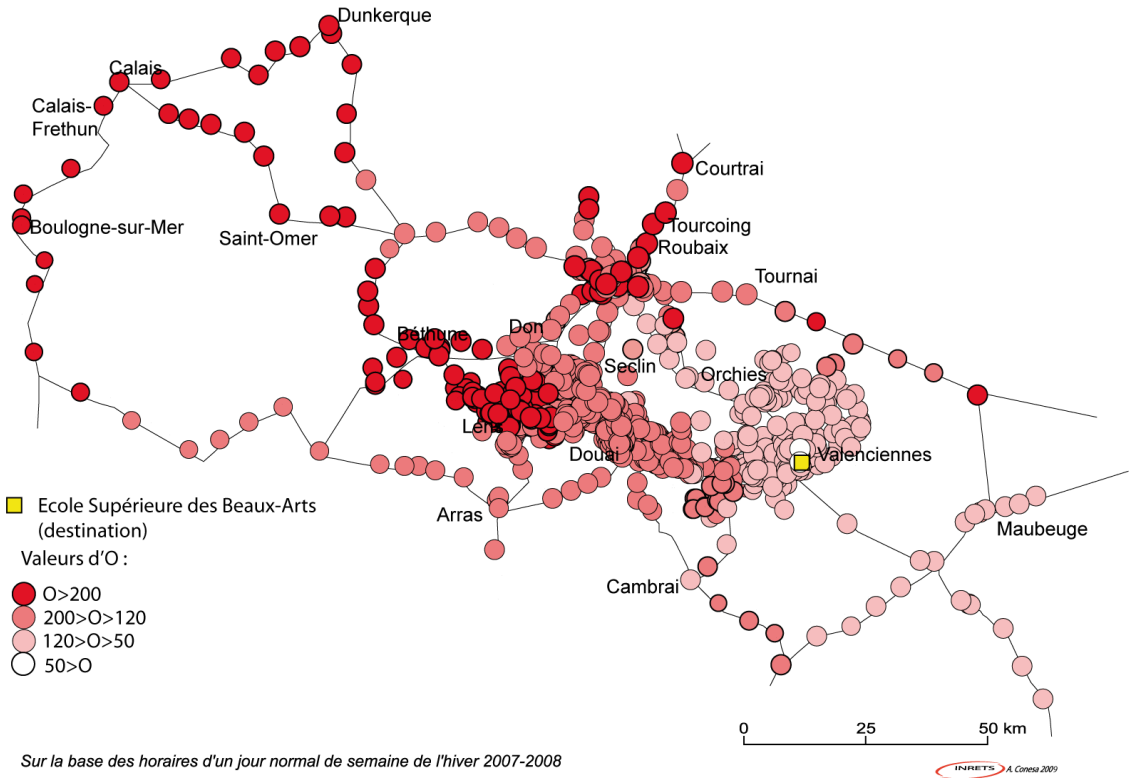


Figure VII- 11 : Capillarité pour une arrivée à 9 heures à l'Ecole des Beaux-Arts

Lille, Arras, Béthune, Douai, Lens et Valenciennes sont les polarités centrales de la région Nord-Pas-de-Calais et la construction métropolitaine passe nécessairement par des relations entre ces pôles. Cependant, il convient aussi de s'intéresser aux polarités périphériques et à la manière dont elles peuvent être intégrées dans un fonctionnement du territoire métropolitain.

VII.1.3 Déséquilibres et potentiels locaux

Les espaces périphériques de la région Nord-Pas-de-Calais ont plus ou moins de possibilités d'être intégrés dans un fonctionnement métropolitain à l'échelle régionale selon leur situation.

Malgré sa position nettement périphérique, la Côte d'Opale n'est pas le sous-espace souffrant le plus des problèmes d'accessibilité. Le TER-GV rend les relations avec Lille, et incidemment avec le reste de la région, plus aisées. L'exemple des accessibilités horaires à Dunkerque est représentatif de la situation des deux pôles principaux du littoral (avec Calais), soit une accessibilité moyenne pour l'ensemble des relations excepté le très long Maubeuge - Dunkerque (figure VII-12).

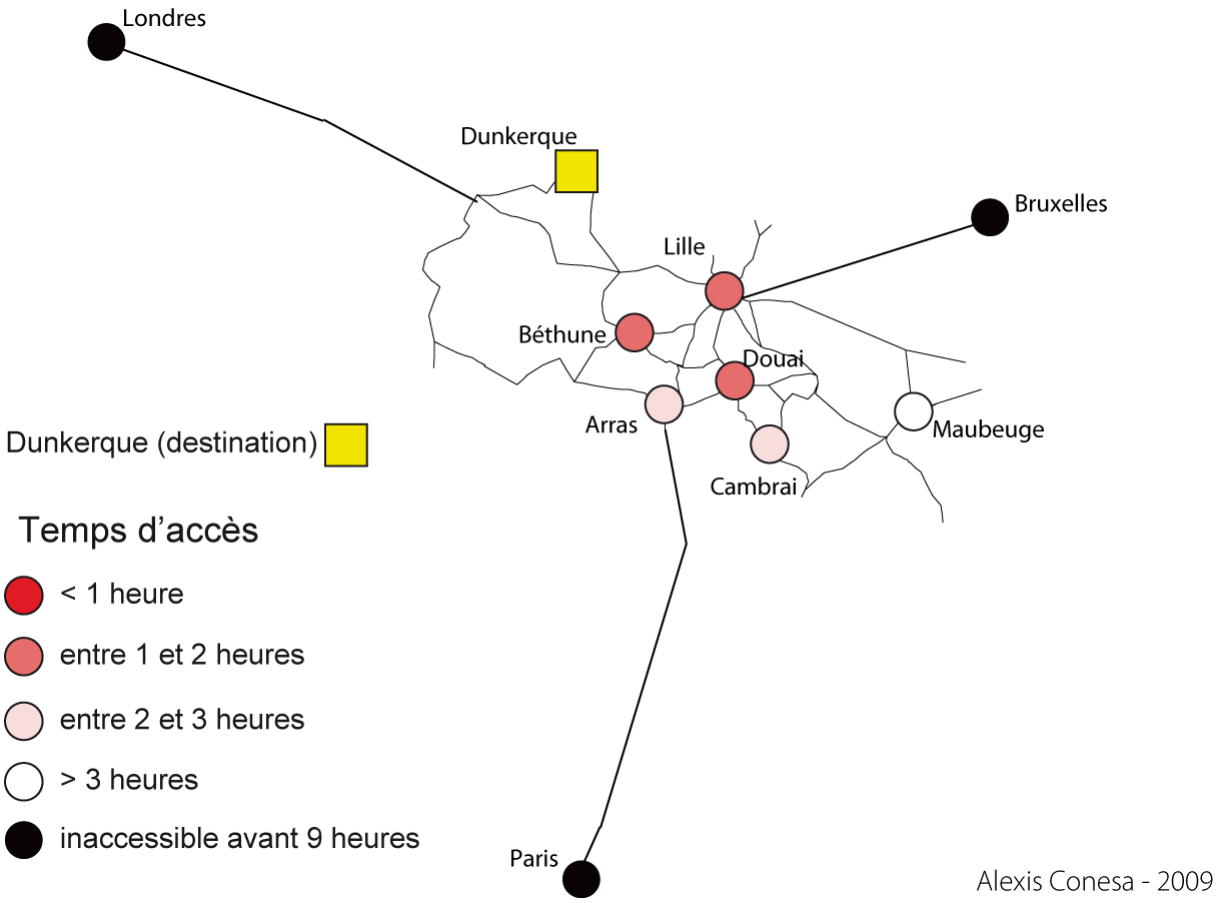


Figure VII- 12 :L'accessibilité des pôles choisis à Dunkerque à 9 heures

Mieux que cette accessibilité de pôle à pôle moyenne, l'accessibilité interne à cet espace paraît satisfaisante. En prenant l'exemple du site le moins accessible, à savoir le pôle halieutique de Nausicaa à Boulogne-sur-Mer, on voit émerger un ensemble cohérent comprenant le littoral, le Sud-Est de la région correspondant à la vallée de la Ternoise, ainsi que quelques gares de la Somme et l'Audomarois (figure VII-13). Cette impression est confirmée par les bonnes accessibilités à 9 heures et à 18 heures du site de La Coupole avec Calais (un peu plus d'une heure) et à un degré moindre Boulogne (entre une heure trente et deux heures). Les conditions d'un fonctionnement territorial interne, si elles ne sont pas optimales (le Boulogne - Saint-Omer ou le Dunkerque - Boulogne restent peu performants), laissent présager quelques possibilités.

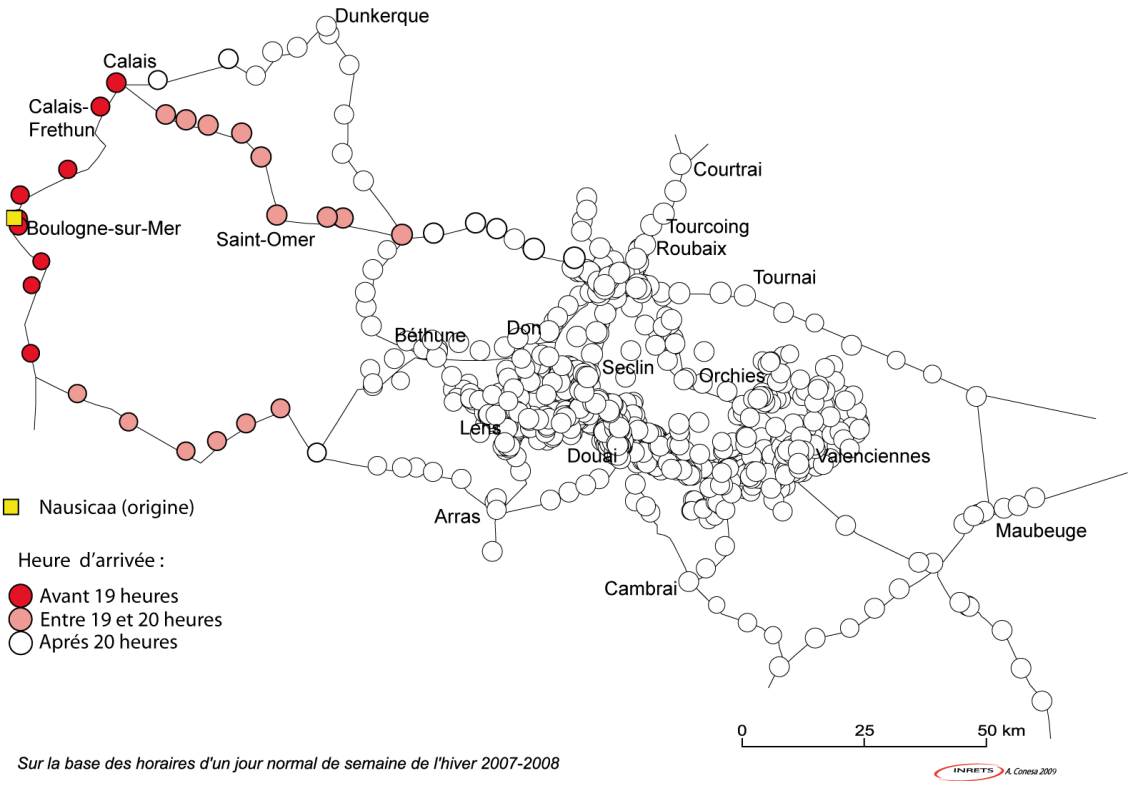


Figure VII- 13 : : L'accessibilité des sites sélectionnés : départ aprés 18 heures à Nausicaa

Les indicateurs de capillarité permettent d'obtenir un nouvel élément de cette cohérence interne. En effet, les chemins entre ce sous-espace et le reste de la région se manifestent par leur pauvreté. La figure VII-14 représentant les densités d'opportunités pour un départ à 18 heures de Nausicaa illustre bien ce phénomène avec en particulier une faiblesse des chemins en provenance de Lille. En effet dans toute l'agglomération lilloise, seuls 2 nœuds ont un DO supérieur à 5 et 3 supérieurs à 3, dans un espace pourtant très dense en fonctions métropolitaines. L'extrême faiblesse des chemins en provenance de l'ensemble des nœuds entre Lille et Boulogne confirme que cette capillarité médiocre est due non seulement aux relations directes en TER-GV entre Lille et Calais mais surtout au vide entre la Côte d'Opale et le reste de la région. Les chemins sont ainsi marqués par l'inverse de la densité : des gares éparses sans fonctions territoriales de haut niveau. La coupure entre ce sous-espace et le reste de la région est donc matérialisée par le vide, comme pourrait le faire un obstacle naturel. Néanmoins, les TER-GV désenclavent cet espace qui présente des potentialités pour un fonctionnement interne.

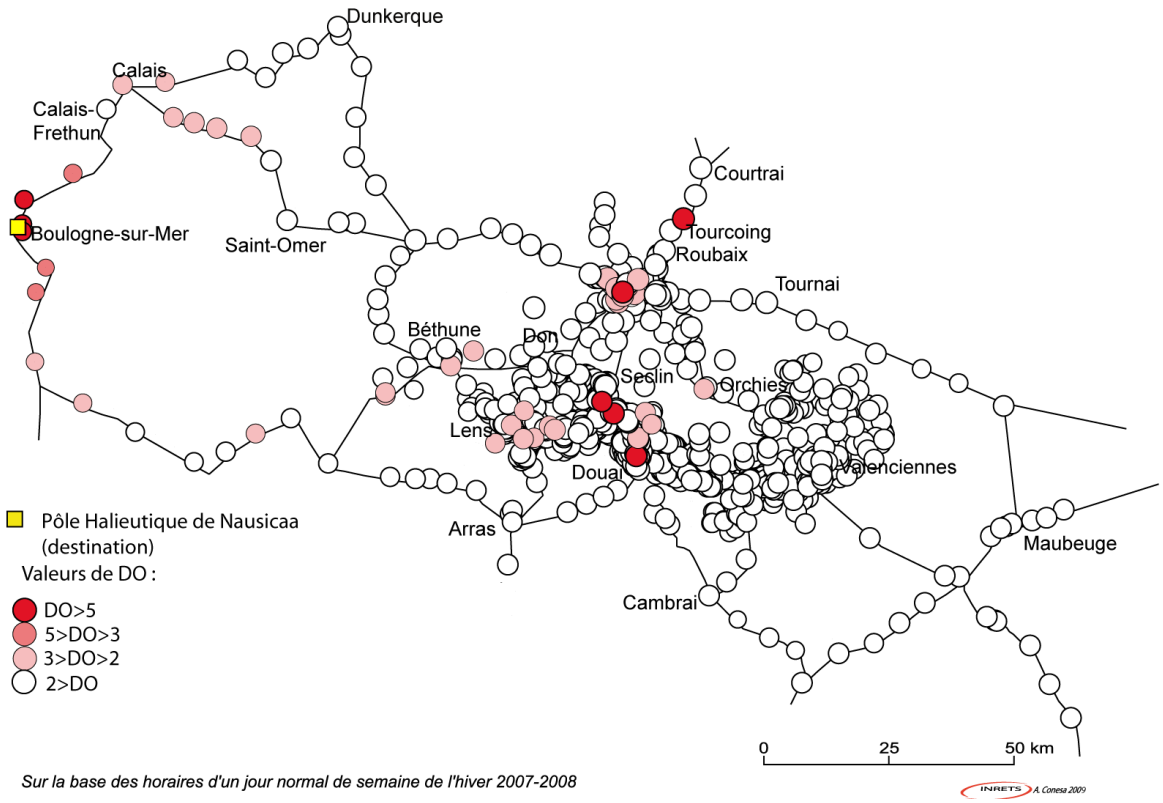


Figure VII- 14 : La capillarité à partir de Nausicaa: malgré la périphéricité, des chemins pauvres

La situation est quelque peu différente pour Maubeuge. La figure VII-15 montre que de tous les pôles choisis, Maubeuge est celui dont l'accessibilité horaire est la plus faible, y compris par rapport à Dunkerque. Le fonctionnement est difficile avec les autres pôles car aucun n'est situé à moins de deux heures, hormis Valenciennes qui ne figure pas dans cette liste. La particularité est qu'au départ de Maubeuge, Lille et Douai sont accessibles avant 9 heures en moins d'une heure. Cela montre que le contre-flux est important et que si Maubeuge peut participer à la construction métropolitaine c'est d'abord en émettant des flux de personnes vers les pôles centraux mais beaucoup plus difficilement en attirant les flux par des fonctions supérieures. C'est en tout cas le constat que l'on peut tirer de l'organisation actuelle du service de transport collectif en Nord-Pas-de-Calais. Si la situation géographique semble moins périphérique que celle de la Côte d'Opale, l'enclavement est supérieur et cet espace de la Sambre-Avesnois constitue la périphérie de la région métropolitaine.

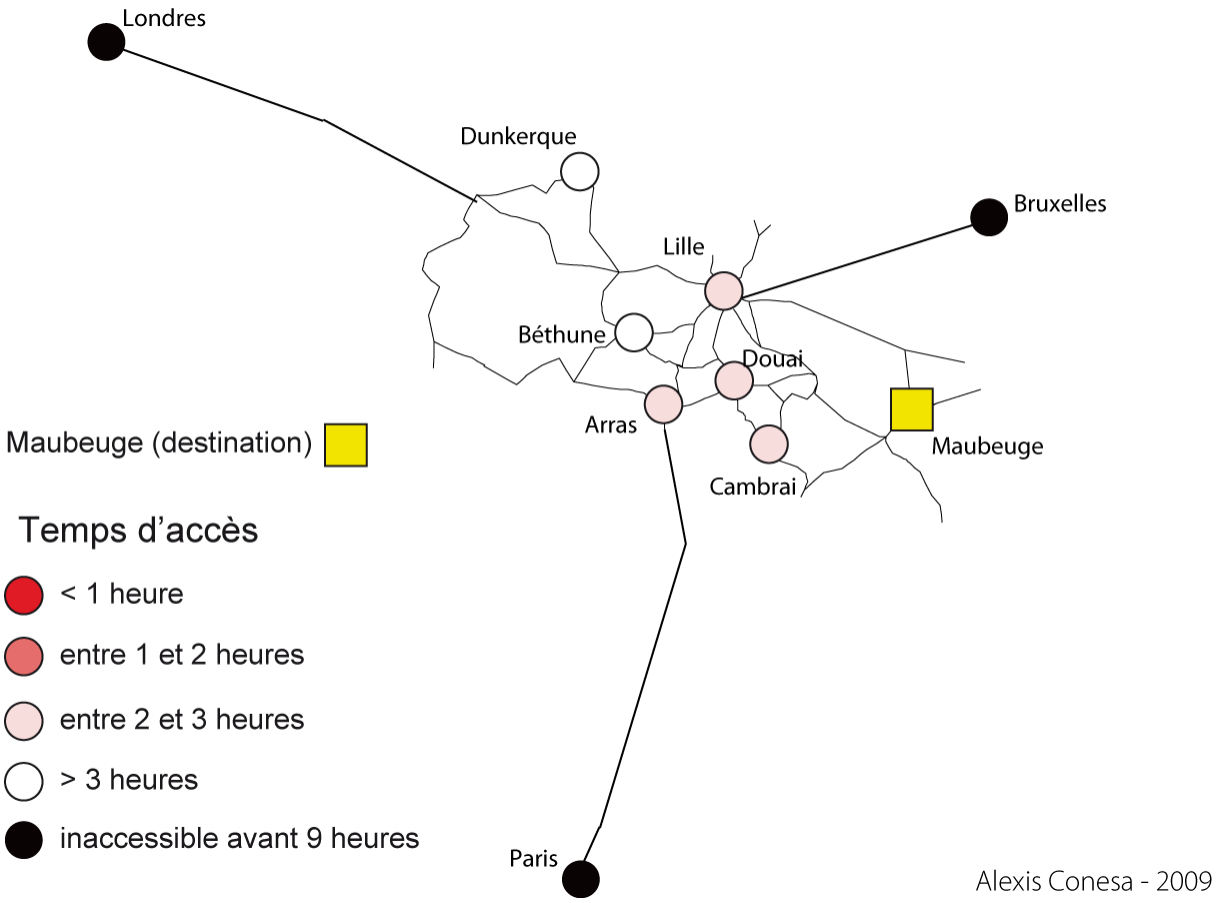


Figure VII- 15 : L'isolement de Maubeuge : accessibilité à partir des autres pôles choisis

De plus, Maubeuge se connecte à Jeumont, elle-même connectée directement à Valenciennes et Lille par un train direct. Par répercussion, la capillarité dans les chemins vers Maubeuge est peu élevée, comme le montre la figure VII-16.

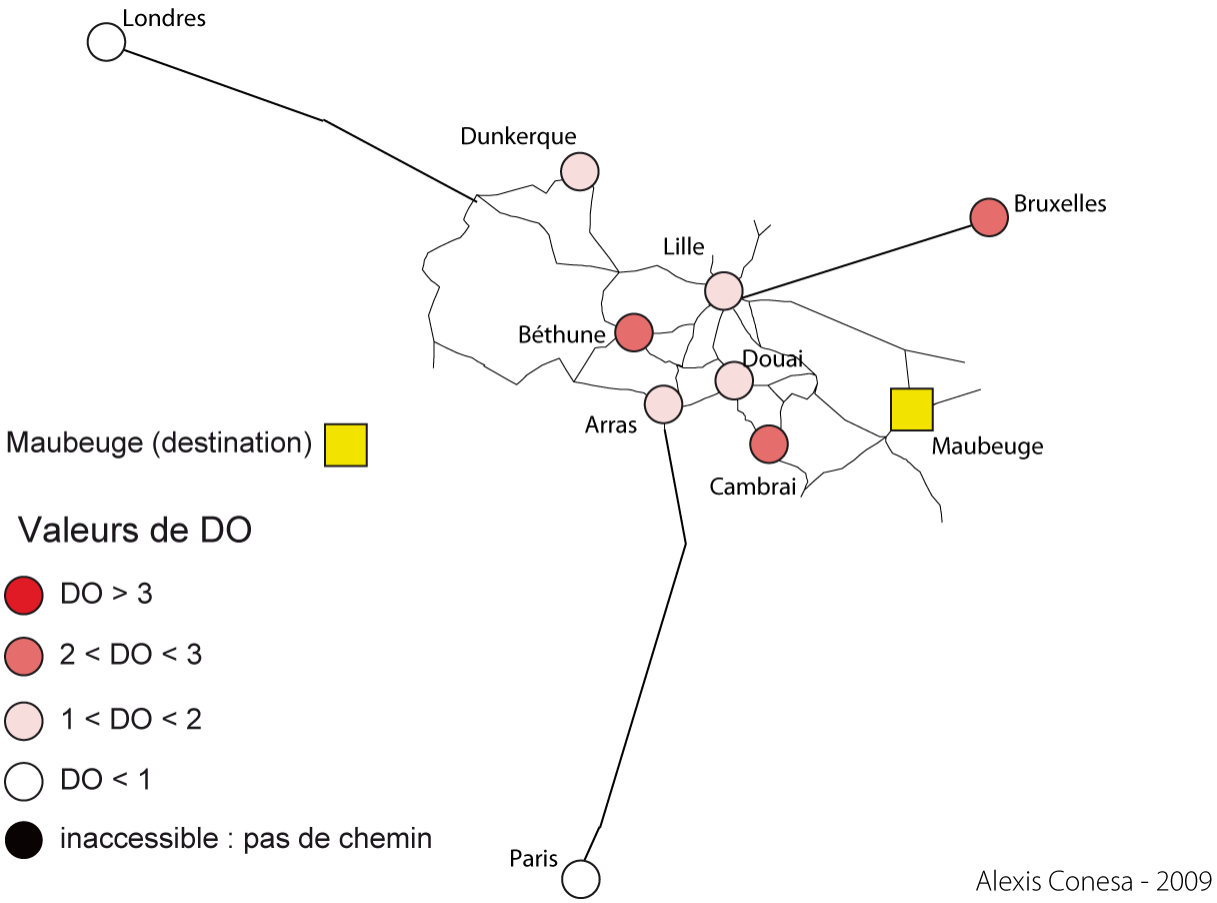


Figure VII- 16 : Densité d'opportunités de desserte des chemins arrivant avant 9 heures à Maubeuge

Les seuls chemins intéressants sont en provenance de Bruxelles via Lille (on voit mal un bruxellois navetter vers Maubeuge) et celui venant de Cambrai voisine. Cette seconde valeur (2.7) doit être interprétée comme une grande capillarité (O est supérieur au O du Lille - Maubeuge à la même heure) dans le sens d'une grande adhérence. La valeur représente une vraie difficulté à se rendre d'un lieu à l'autre par la finesse de la desserte. Cet exemple montre comment **les indicateurs de capillarité méritent un effort d'interprétation** : les valeurs faibles de DO dans le cas de Maubeuge doivent être mises sur le compte de chemins pauvres car les valeurs les plus élevées sont imputables à l'adhérence. Une bonne connaisssance des territoires traversés permet d'affiner l'analyse.
Le constat précédent amène à considérer la situation de Cambrai, qui n'est guère plus enviable que celle de Maubeuge. Si l'accessibilité est un peu meilleure, la capillarité est encore plus faible, notamment avec l'ancien bassin minier pourtant dense. Étant donnée l'absence de fonctions, malgré le Arras - Cambrai en 1h29 et le Cambrai - Douai en 56 minutes, les possibilités de participation de Cambrai à la dynamique métropolitaine semblent réduites.

D'autres lieux se distinguent par leur mauvaise accessibilité. Comines est de très loin le site choisi le moins accessible avec par exemple aucun nœud de l'agglomération lilloise, pourtant proche, qui soit accessible en moins de deux heures pour une arrivée à 9 heures. Bien que la situation soit légèrement meilleure à 18 heures, les résultats sont sans appel. Cela correspond

assez bien à la hiérarchie des sites sélectionnés, Comines étant le site le moins huppé et le moins important pour la construction métropolitaine. Son accessibilité médiocre malgré la proximité physique à Lille est toutefois notable, et due à une situation périphérique dans le réseau, car en parallèle les indicateurs de capillarité sont très forts (O>200 et DO>20 dans les relations avec Tourcoing par exemple) sauf vers Maubeuge et Ascq. Il est ainsi intéressant de noter qu'une grande transversale Est limitrophe avec la Belgique, de Maubeuge à Comines, à laquelle on peut ajouter le site stratégique de Lesquin, est marquée par des faibles opportunités de desserte.
Dans une moindre mesure, Armentières est aussi marquée par des déséquilibres dans son accessibilité, avec des trajets supérieurs à 2 heures pour un départ à 18 heures du site d'Houpline vers les centres-villes de Lens et Valenciennes. De plus, la desserte urbaine en bus interroge car l'arrêt « Armentières Hôtel de Ville », censé représenter le centre-ville, n'est jamais accessible à aucune des deux heures, excepté par le site d'Houpline. Cet arrêt de bus est en outre situé à plus de 30 minutes à pied de la gare d'Armentières en ligne droite selon MapNod. L'accès au centre-ville d'Armentières est donc réellement compliqué.
Les indicateurs de capillarité d'Houpline sont forts dans l'agglomération lilloise et plutôt faible ailleurs. Là encore, le niveau de ce site dans la hiérarchie métropolitaine est en corrélation avec ces résultats mais au-delà de cela c'est une indication des conditions de structuration du territoire dans la région d'Armentières qui est visée.

La région Nord-Pas-de-Calais connaît donc des différences internes d'accessibilité qui décomposent son territoire en plusieurs sous-espaces aux caractéristiques différentes.
A une autre échelle, d'autres déséquilibres apparaissent, en particulier dans l'agglomération lilloise.

On l'a vu avec Armentières, le Nord-Ouest de l'agglomération lilloise n'est pas nécessairement bien desservi. La situation est différente pour la partie Est avec par exemple le site de la Haute-Borne globalement accessible en moins de deux heures à l'exception de quelques trajets peu significatifs avec Maubeuge et la Côte d'Opale à 9 heures. Il est d'ailleurs à noter les arrivées respectivement à 19h35 et 19h40 pour Calais et Boulogne pour un départ à 18 heures qui laissent augurer d'un fonctionnement métropolitain satisfaisant. En revanche, outre cette bonne accessibilité métropolitaine, la situation du secteur Sud-Est de l'agglomération lilloise peut être questionnée, comme le montre les résultats médiocres de la gare d'Ascq.
Les accessibilités du site de L'Union à Roubaix représentant le Nord-Est de l'agglomération lilloise sont assez semblables à celles de la Haute-Borne, la figure VII-17 en montre un volet.

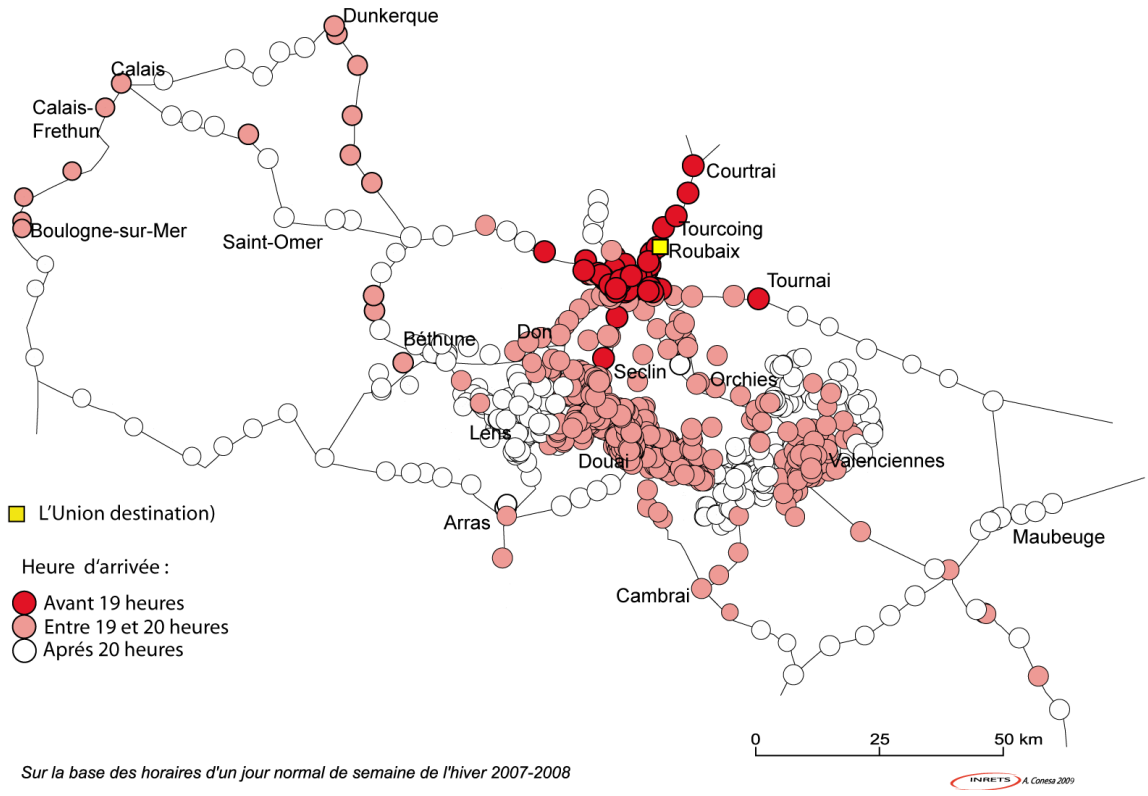


Figure VII- 17 : Accessibilité à partir de L'Union vers le reste de la région pour un départ après 18 heures

A l'instar d'Euralille, l'étoile autour de Lille se dessine, mais de manière moins marquée. L'accessibilité du bassin minier est marquée par le déficit de Lens et Béthune par rapport aux autres pôles.

Enfin, à l'intérieur même de la ville de Lille, des déséquilibres sont perceptibles entre le centre, représenté par Euralille et les quartiers périphériques, en particulier le Sud de Lille avec le site d'Eurasanté.

En fait, la carte d'accessibilité pour une arrivée à 9 heures à Eurasanté (voir annexes) ressemble beaucoup à celle d'Euralille à l'exception de la diffusion de l'accessibilité vers le Sud. En effet, le champ des trajets de moins d'une heure ne concerne qu'un seul nœud de l'ancien bassin minier : la gare de Saint-Amand-les-Eaux. La limite de cette bonne accessibilité se situe exactement aux portes de l'arc sud : Phalempin, Don-Saingin, Orchies etc. Ainsi, ni le pôle valenciennois ni le Douaisis n'en font partie et ils sont ainsi relégués à plus d'une heure. Cette perte d'accessibilité se répercute sur la Sambre-Avesnois.

Au sein même de la ville lilloise, malgré les distances hectométriques qui séparent les lieux, le jeu des horaires met en relief des déséquilibres réels.

Les trois sites traités dans cette partie (la Haute-Borne, L'Union et Eurasanté) ont des capillarités similaires, à savoir des indicateurs de forte valeur dans l'agglomération lilloise, moyenne vers le bassin minier et faible ailleurs, comme le VAL et les densités pouvaient le laisser augurer.

Cet exercice d'analyse permet de déterminer quelles sont les possibilités de fonctionnement métropolitain qu'offrent les réseaux. On peut répondre que les sites lillois et à un degré moindre ceux de l'agglomération (ajoutons Lesquin) peuvent prétendre à une structuration du territoire. Les sites touristiques doivent être replacés dans un usage particulier : les heures d'arrivée et de départ ont moins d'importance et la pratique du circuit touristique (qui se manifeste par des *stop and go* plus fréquents), plutôt favorable à la voiture individuelle, est plus développée. Néanmoins, nos calculs font apparaître des différences, comme la bonne accessibilité du site des Deux Caps à Lille, ce qui le place à un niveau de structuration supérieur à La Coupole et à Nausicaa, pour lesquels l'appropriation en transport collectif semble réservée à une clientèle locale. Le site de l'Ecole des Beaux-Arts de Valenciennes est d'une manière générale dans la même situation que les Deux Caps, à savoir une bonne connexion à Lille mais un manque vers le reste de la région, en particulier du fait de la faiblesse de la transversalité au sein du bassin minier. Le Louvre-Lens souffre du même mal mais en plus son accessibilité à la capitale régionale est moindre, ce qui est paradoxal étant donnée l'importance stratégique de ce site. En l'état, il ne peut prétendre à structurer le territoire métropolitain. Delta 3 est mieux loti en raison de sa centralité au sein de l'arc sud et sa proximité à Lille. Enfin, Comines et Houpline ne peuvent être des sites métropolitains en raison de leur mauvaise accessibilité.

Le second intérêt de l'exercice est de faire émerger des structures spatiotemporelles. La figure VII-18 présente une synthèse de l'accessibilité entre pôles, on y voit bien l'accessibilité lilloise, la cohérence de l'ancien bassin minier ou encore l'enclavement de Maubeuge, point de départ mais pas d'arrivée.

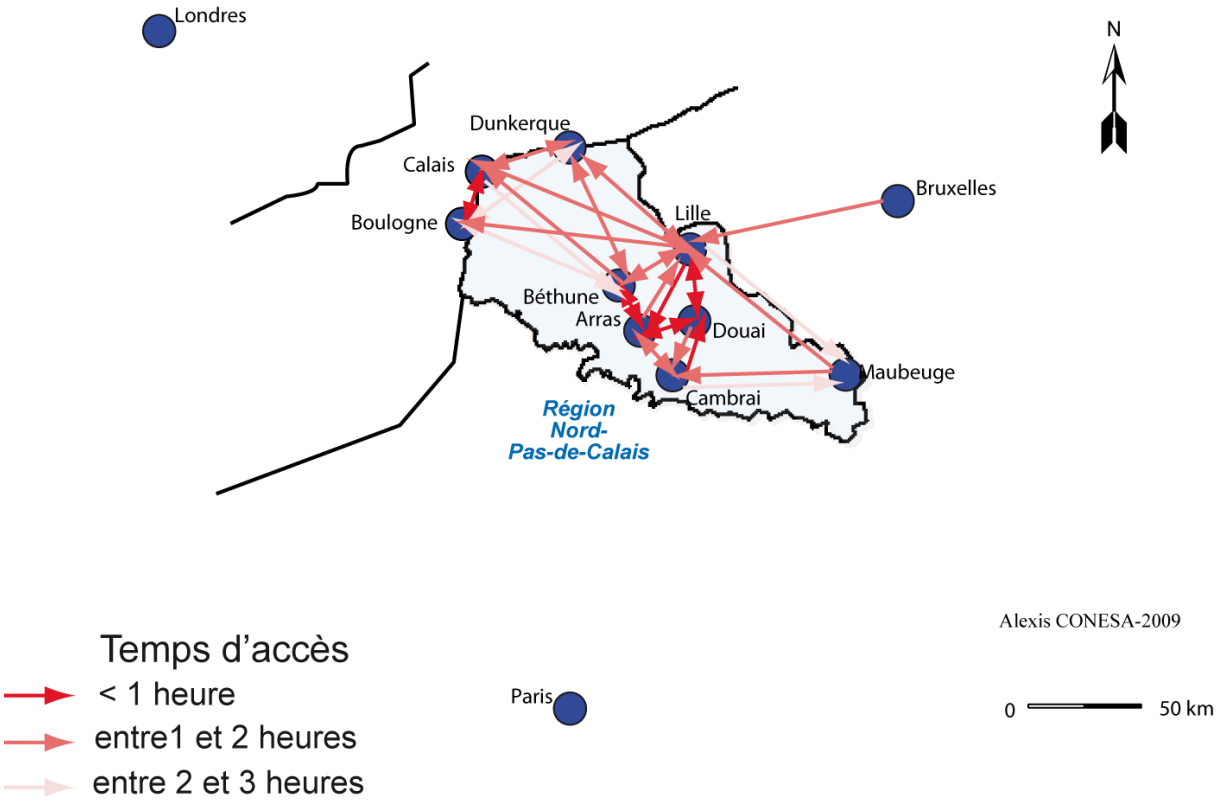


Figure VII- 18 : Carte de synthèse des accessibilités horaires entre pôles du Nord-Pas-de-Calais

D'une manière plus générale et plus schématique, la figure VII-19 représente les structures que l'analyse a fait émerger au niveau régional.

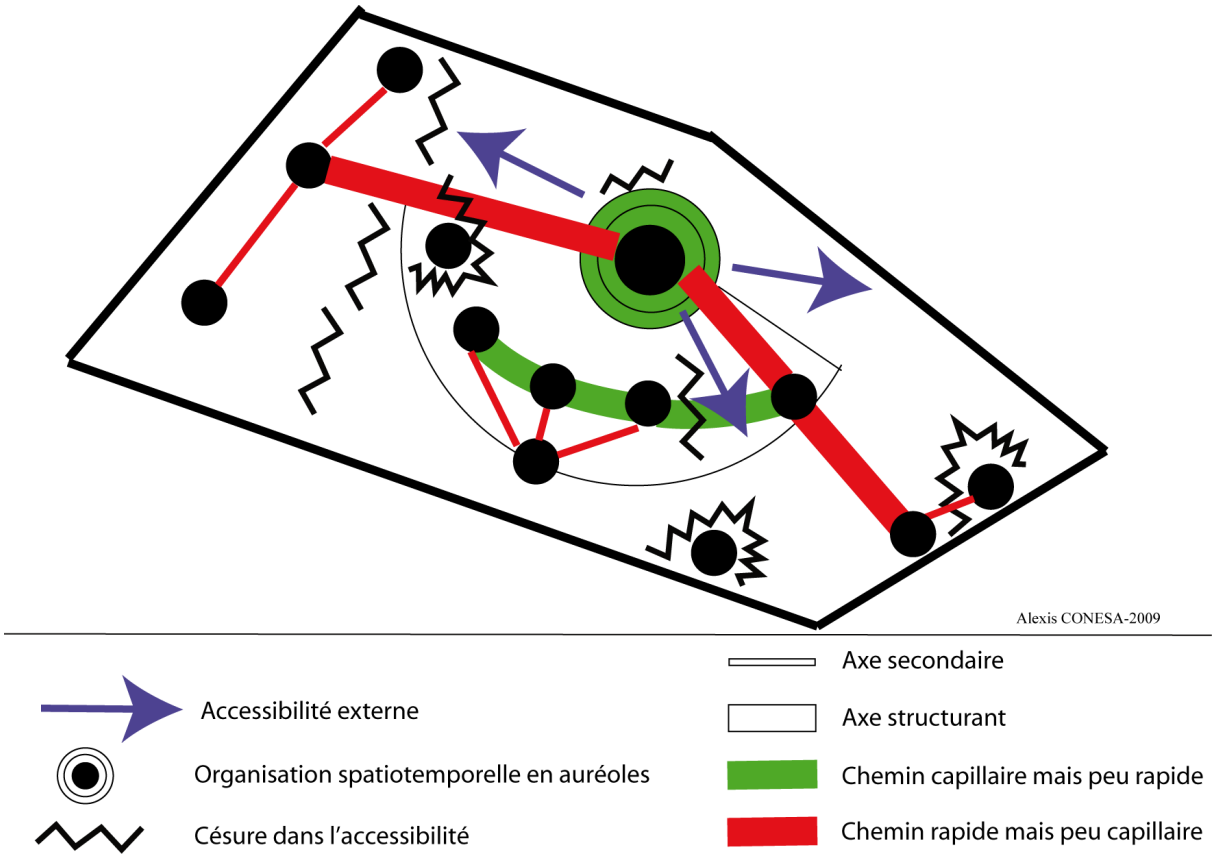


Figure VII- 19 : La région Nord-Pas-de-Calais entre polarisation lilloise et coupures internes

Lille prend ainsi le rôle de tête de pont vers l'extérieur mais aussi de capitale régionale qui organise son *hinterland* selon un gradient jusqu'à Arras. Au-delà, les périphéries semblent enclavées. On opposera par ailleurs les chemins présentant beaucoup d'opportunités de desserte dans les espaces denses aux relations offrant une belle accessibilité vers Calais ou Valenciennes. La situation de Saint-Omer est assez confuse : à la fois assez accessible à Lille mais faisant partie de l'entité littorale sans y avoir accès tout à fait.

Conclusion

Les mesures effectuées dans la région Nord-Pas-de-Calais font émerger des tendances fortes :

- **Lille domine** par sa bonne accessibilité et sa densité d'opportunités de desserte et organise l'espace régional en auréoles.

- **L'ancien bassin minier présente un sous-espace cohérent et dense.** En revanche, **les relations transversales Lens - Valenciennes sont difficiles**. Si l'accessibilité de Valenciennes à Lille paraît satisfaisante étant donnée la configuration géographique, ce n'est sans doute pas le cas pour Lens.

- L'axe Lille - Ascq - Orchies - Valenciennes - Jeumont - Maubeuge se distingue par **une faible capillarité.** Il est à noter que cet axe Lille - Valenciennes est fortement structurant au niveau régional et un des plus fréquentés. Cette ligne de force du territoire se traduit ainsi selon nos indicateurs par une bonne accessibilité et une faible capillarité, soit un service efficace entre les pôles desservis mais possédant peu de points d'accroche au territoire.

- **L'espace littoral représente un espace cohérent moins dense** avec Calais comme tête de pont vers Lille grâce au TER-GV.
- Le Cambraisis, la Sambre-Avesnois ou encore l'espace flandrien au Nord-Ouest de Lille **n'ont pas les possibilités de participer au fonctionnement métropolitain**.
- **Des déséquilibres existent dans Lille** entre les quartiers centraux et les quartiers au Sud.

Aux questions posées dans la première partie (**Est-il possible de favoriser la construction de centralités en dehors de Lille ? Le territoire peut-il fonctionner étant données les disparités spatiales ?),** nous pouvons donc apporter des éléments de réponse.

Les polarités en dehors de Lille ne peuvent prétendre à une centralité similaire. Villeneuve d'Ascq ou Roubaix présentent des accessibilités satisfaisantes, bien qu'un peu moindres à celles de Lille, mais ce sont des centralités lilloises, l'agglomération dépassant les limites de la commune (cf. III.2.1)

D'autre part, le territoire métropolitain fonctionne de manière incomplète puisqu'il semble que certains espaces en soient exclus.

VII. 2 La métropolisation en région PACA entre désenclavement et logiques concurrentielles

L'analyse des performances territoriales des réseaux en Nord-Pas-de-Calais a permis de mieux entrevoir les possibilités et les contraintes de la construction d'un territoire métropolitain. Le même exercice en région PACA se heurte à des obstacles. En effet, la région est beaucoup plus vaste et les contraintes naturelles beaucoup plus prégnantes. L'isolement de la métropole azuréenne et le vide de l'arrière-pays imposent une organisation régionale particulière que la métropole provençale ne peut façonner de la même manière que Lille. Les situations ne sont donc pas comparables mais il peut s'avérer instructif de relever les points communs, invariants qui se répèteront sans doute dans d'autres régions métropolitaines. De surcroît, les différences, si elles ne sont pas nécessairement imputables aux performances des réseaux de transport collectif, peuvent mettre en relief des structures différentes. L'analyse doit se doter d'une grande rigueur dans la démarche et de modestie dans les conclusions, mais ne pas se restreindre dans les tentatives d'explication.
Le plan suivi est le même que celui de la partie précédente, à savoir une première réflexion sur les relations extrarégionales, à travers l'examen des performances des réseaux desservant les centralités métropolitaines. Ensuite, nous nous intéresserons aux autres polarités, aux périphéries et aux structures fortes de l'espace-temps.

VII.2.1 Une desserte toujours déficiente en transports publics à Nice ?

L'isolement de Nice dans le territoire national *via* les transports publics est une thématique récurrente dans la région PACA (voir partie III.3) et les analyses menées permettent d'amener des éléments de réponses. En effet, les accessibilités mesurées aux pôles extérieurs s'avèrent très faibles, comme le montre la figure VII -20.

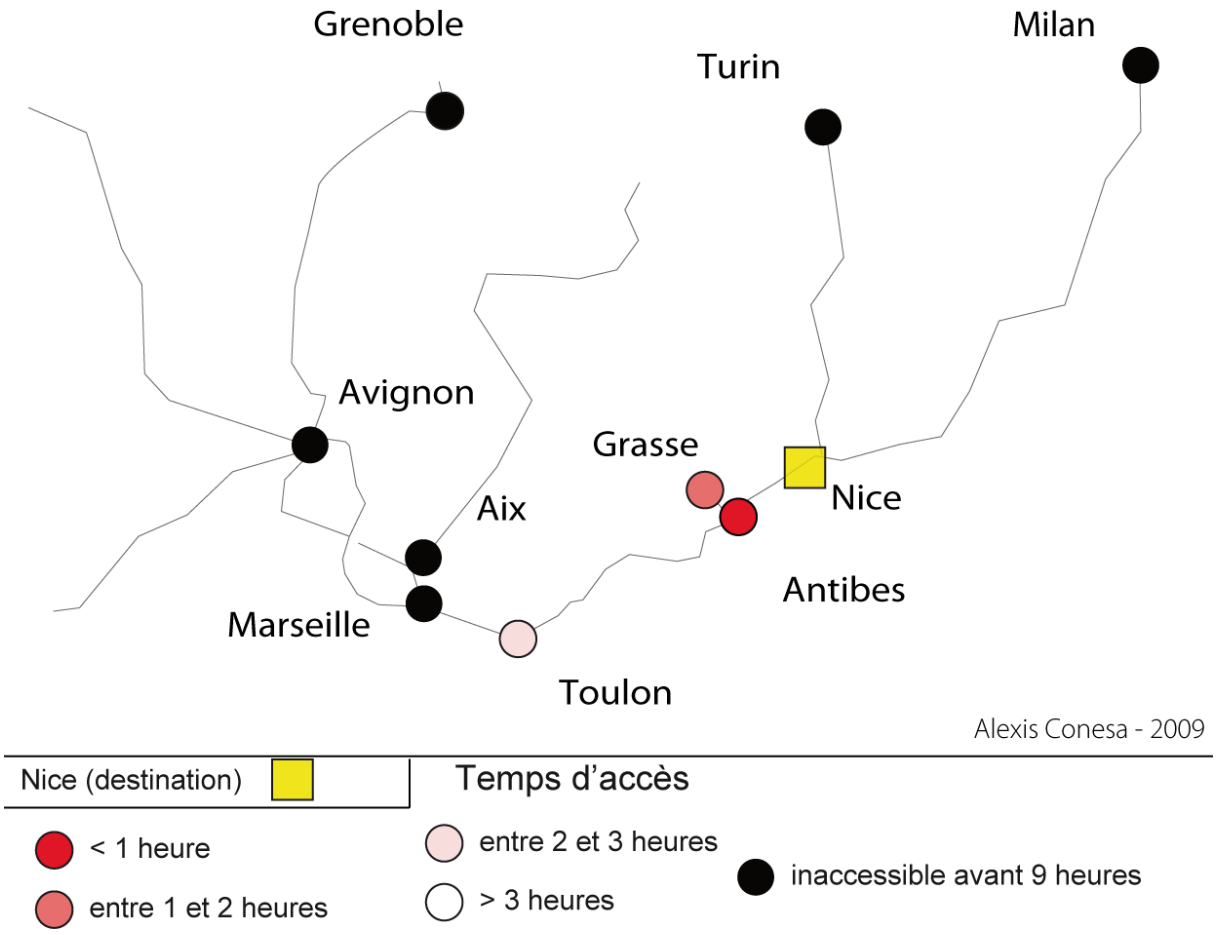


Figure VII- 20 : L'accessibilité médiocre à Nice des pôles choisis de PACA

L'ensemble des sites extérieurs à la région sélectionnés sont inaccessibles pour une arrivée à Nice à 9 heures. Les chemins simulés montrent que le problème n'est pas issu d'un mauvais positionnement horaire des trains mais bien d'une accessibilité structurellement déficiente. En effet, le trajet le plus rapide est le Turin - Nice d'une durée de plus de quatre heures, ce qui limite considérablement le fonctionnement potentiel. Les pôles externes choisis sont représentatifs d'une structuration potentielle suivant deux axes de développement connus (quoique parfois virtuels) des aménageurs : la vallée du Rhône et l'arc méditerranéen. Néanmoins, on peut arguer qu'aucun pôle interne n'a accès aux centres externes et qu'ainsi la situation de Nice n'est pas particulièrement handicapante. L'examen de l'accessibilité horaire à Acropolis, soit le centre de Nice, confirme cependant cet isolement (figure VII-21).

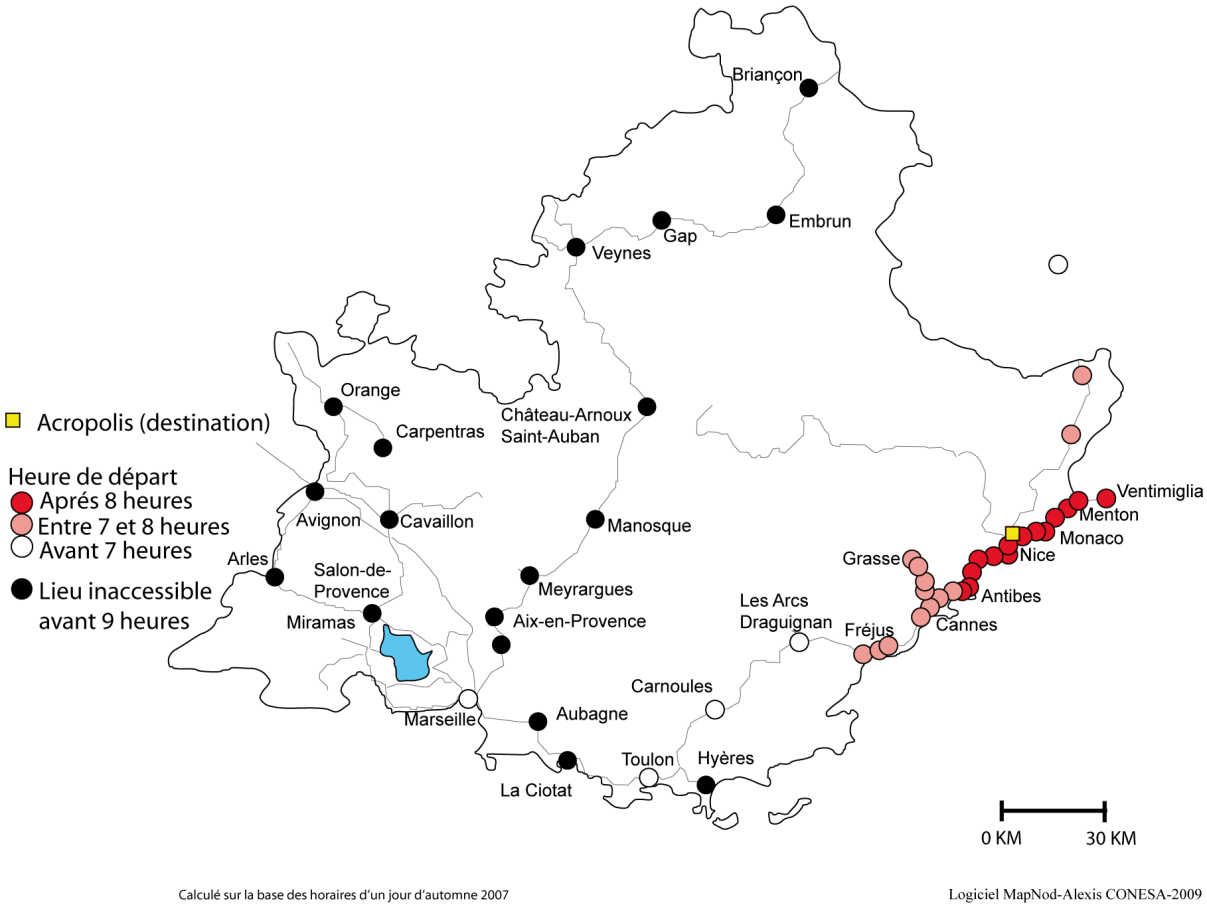


Figure VII- 21 : Accessibilité en PACA pour une arrivée à 9 heures à Acropolis

Les résultats sont ainsi éloquents : les seuls noeuds externes accessibles sont Vintimille et Cuneo, villes italiennes qui ne représentent ni l'une ni l'autre des pôles de construction de l'arc méditerranéen. Nice, seconde centralité de PACA et parmi les dix premières nationales, reste donc considérablement enclavée puisque ni la Ligurie, ni le Languedoc-Roussillon et encore moins les espaces alpins n'y ont accès. En fait, la ville accessible la plus lointaine est Marseille.

Cet isolement persiste au sein de l'espace régional. La figure VII-21 montre en effet un fort gradient de l'accessibilité vers l'Ouest. De Vintimille jusqu'à Vallauris, l'accessibilité est satisfaisante puisque le temps de trajet est inférieur à une heure. Un deuxième ensemble se dessine de Cannes à Saint-Raphaël, avec un temps de parcours compris entre une et deux heures. Le reste du littoral, ou plus exactement les gares TGV, sont accessibles en plus de deux heures. Le fonctionnement de Nice ne peut se faire qu'avec les autres pôles de la Côte d'Azur, dans une version élargie de l'Esterel à Vintimille. Nice est donc clairement isolée au sein même de la région PACA, et les enseignements de l'analyse menée dans le VI.3 montrent que cette carence s'accompagne d'une prépondérance des modes routiers sur le chemin de fer. La desserte ferroviaire de Nice à l'échelle régionale ou supérieure reste ainsi très insuffisante.

Du point de vue de la capillarité, l'hypothèse d'une organisation en gradient Est - Ouest au sein de la région PACA reste valide, comme le suggère la figure VII-22.

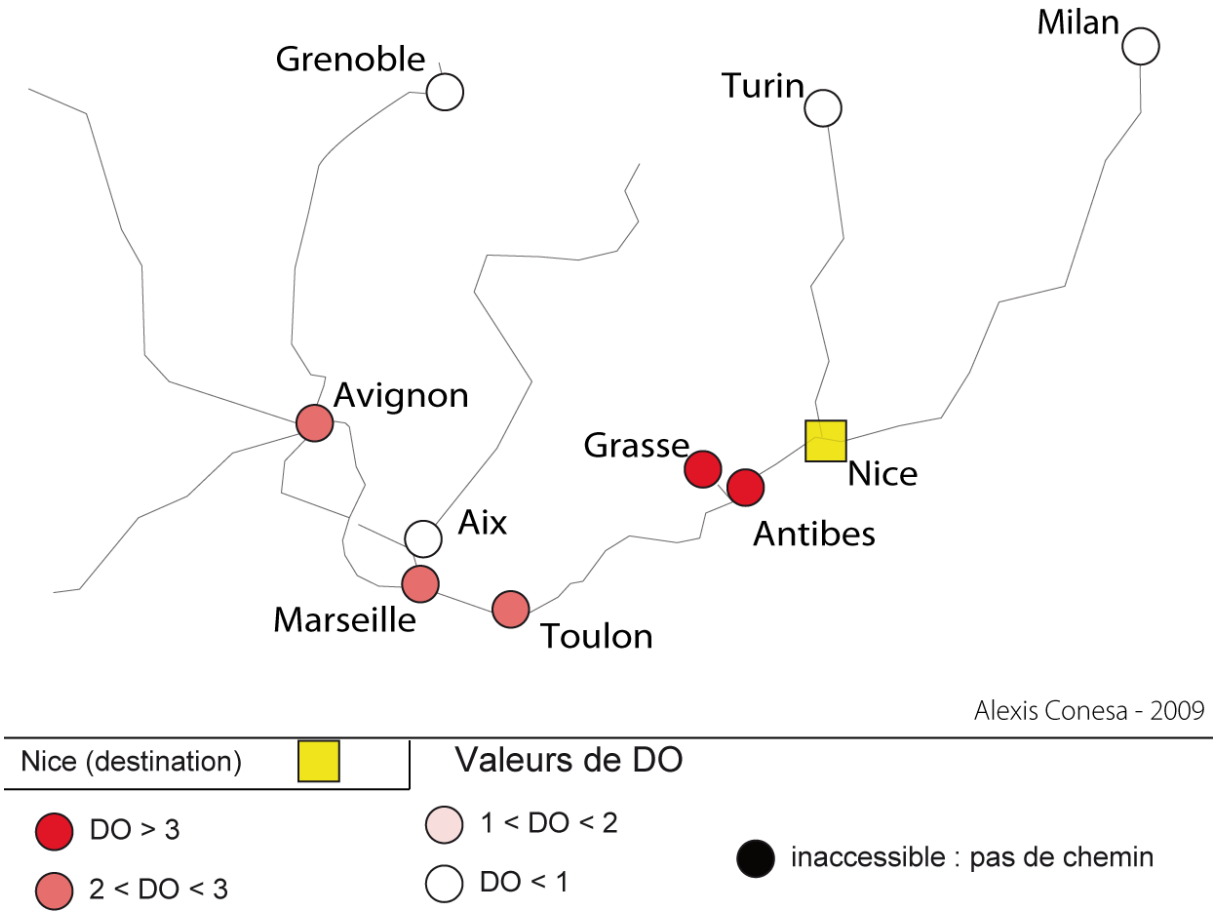


Figure VII- 22 : La forte capillarité des chemins vers Nice à partir des pôles choisis de PACA

Les densités d'opportunités de desserte passent en effet de très fortes (DO>5 pour du gare à gare, ce qui correspond plutôt à des valeurs obtenues avec les réseaux urbains du graphe NPdC) pour la Côte d'Azur à faibles pour la partie Ouest de la région, puis très faibles pour les nœuds périphériques (on a déjà fait remarquer qu'en distance-réseau Aix était un pôle périphérique). Cette organisation est assez semblable à celle de l'accessibilité et renforce l'idée de paliers dans la décroissance des valeurs à partir de Nice.

Au final, Nice est une centralité métropolitaine dont la situation dans le réseau reste cependant périphérique : contrairement à Lille, l'organisation spatiotemporelle du territoire régional n'est pas ordonnée par la distance à Nice. Examinons dans cette optique le cas de Marseille.

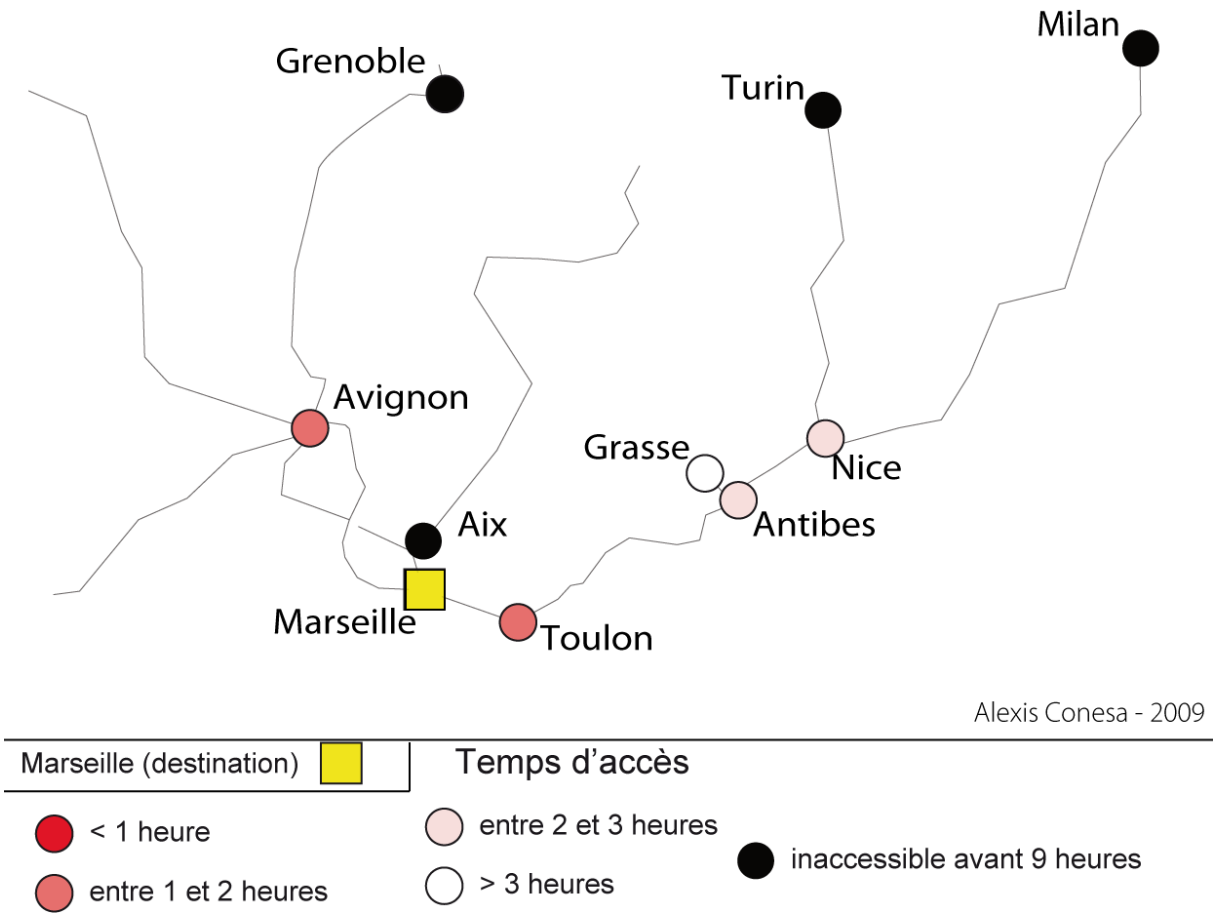


Figure VII- 23 : L'accessibilité à Marseille des pôles choisis de PACA

La figure VII-23 montre que l'accessibilité de Marseille vis-à-vis des autres pôles régionaux est moins forte que celle de Lille. Aucun des pôles sélectionnés n'est accessible en moins d'une heure (le Toulon - Marseille dure 1h01). On peut légitimement penser que Marseille pas plus que Nice n'organisent le territoire régional autour d'elles. On a toutefois vu dans les parties précédentes que les dimensions et les facteurs naturels handicapaient plus la diffusion des accessibilités en région PACA que dans le Nord-Pas-de-Calais. Pour mesurer plus précisément la performance des réseaux de transport collectif, il faut avoir recours à un calcul d'accessibilité de l'ensemble du graphe vers un site métropolitain (et inversement).

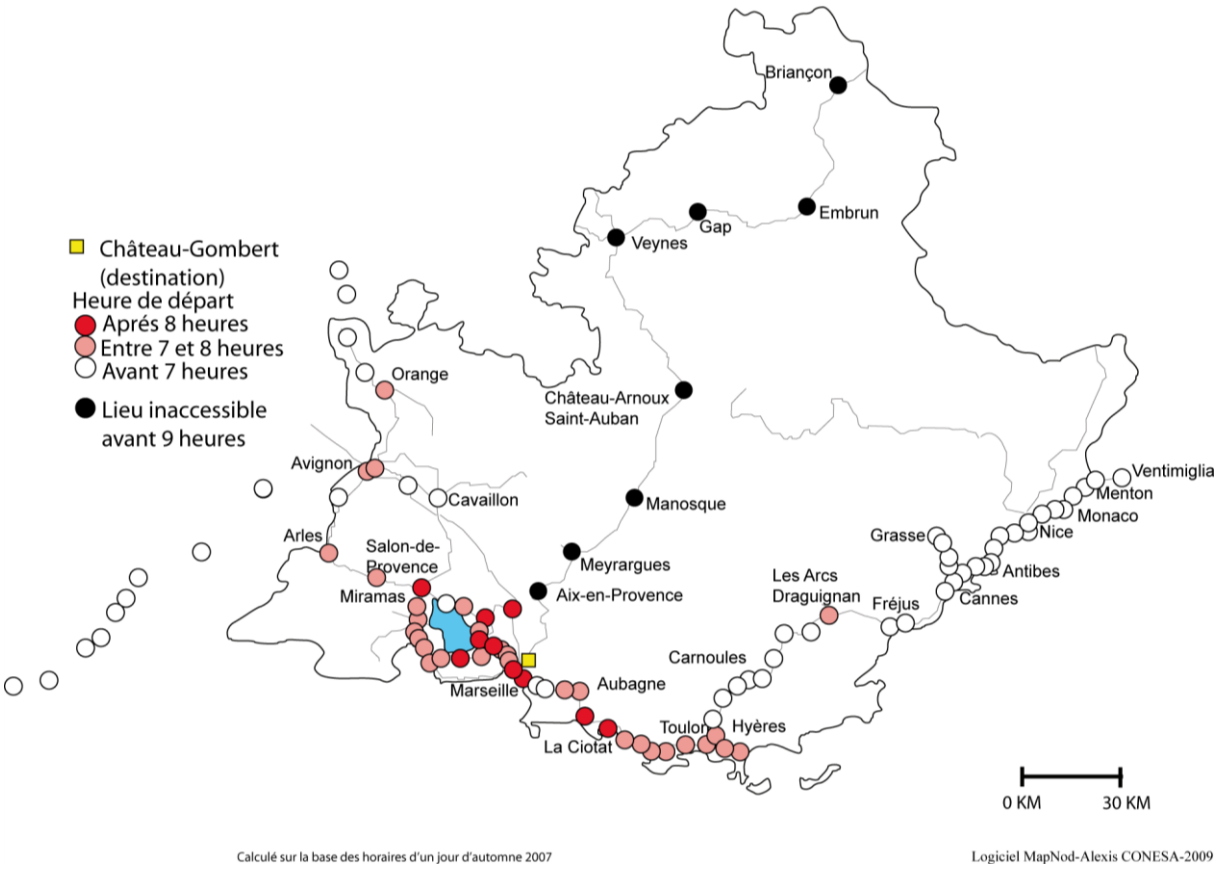


Figure VII- 24 : L'accessibilité de Château-Gombert pour une arrivée à 9 heures: un quart de la région concernée?

Le premier enseignement que l'on peut tirer de la figure VII-24, qui représente l'accessibilité à la technopole de Château-Gombert à 9 heures, c'est que cette accessibilité est largement plus généralisée que pour Acropolis.

En termes d'accessibilité externe, à Vintimille s'ajoutent Montélimar, Valence, Nîmes et Montpellier. Ces pôles externes ne sont pas accessibles en moins de deux heures mais la situation qui se dessine place nettement Marseille comme tête de pont de la région PACA. Les sites non accessibles sont beaucoup moins nombreux et on peut dire que l'ensemble du littoral est concerné par l'accès à Marseille. De plus, la bonne accessibilité se diffuse beaucoup plus loin, dessinant les contours de l'agglomération de La Ciotat à Miramas en passant par les contours de l'étang de Berre et Vitrolles (y compris la gare TGV d'Aix-en-Provence). Le fonctionnement est aussi possible, bien que moins facile, le long de la vallée du Rhône dans les pôles d'Arles, Avignon et Orange et le long du littoral jusqu'à l'agglomération toulonnaise, à laquelle il faut ajouter la gare TGV des Arcs. Les analyses menées dans la partie VI.3 montrent bien que Marseille domine la région non tant par son poids démographique que par sa bonne accessibilité ferroviaire, avec une auréole de forte densité de population d'une heure, dont au moins la seconde demi-heure en train. En revanche, le potentiel de relais entre la France et l'Italie méditerranéenne est tout de même loin d'être optimal.

Sur le plan de la capillarité, Marseille se distingue par des DO très faibles avec les pôles choisis (figure VII-25).

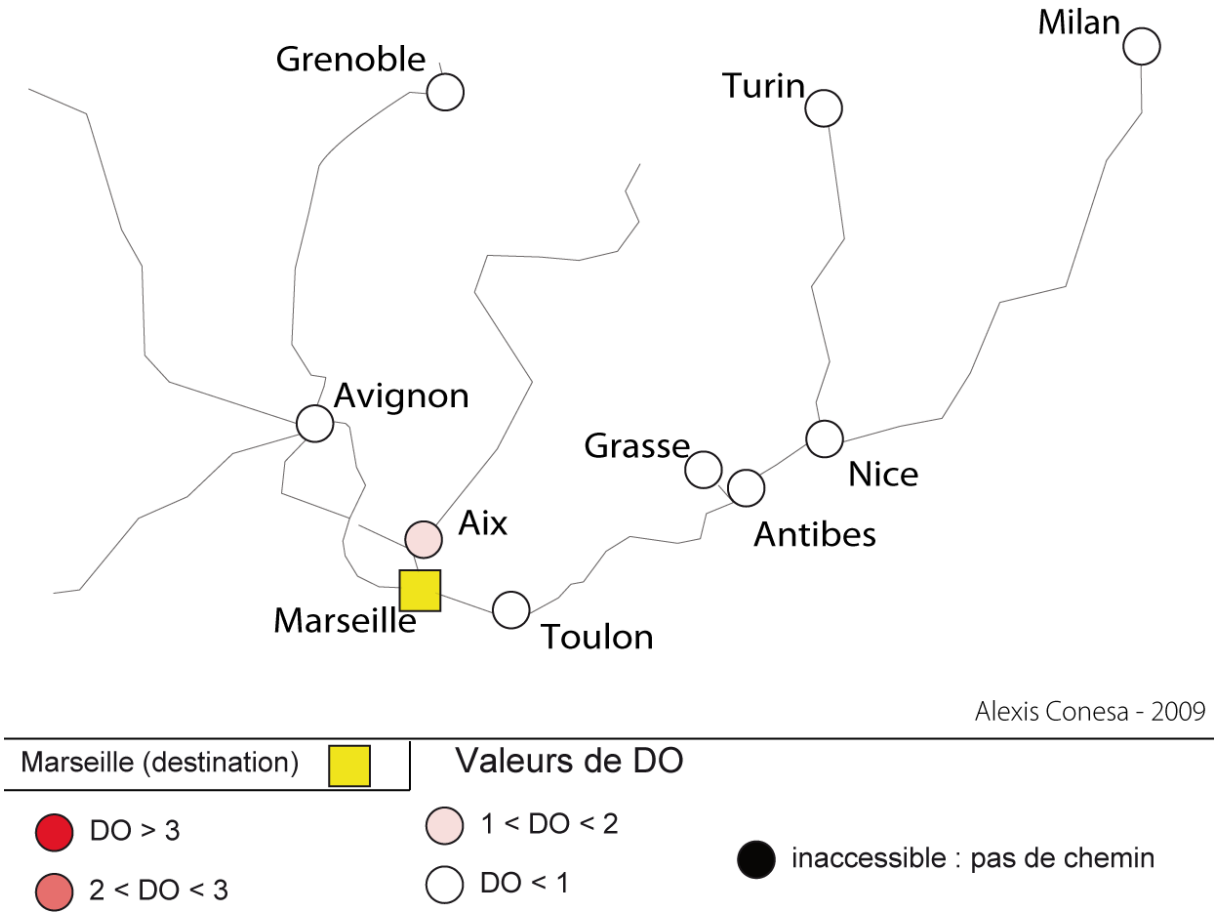


Figure VII- 25 : La faiblesse des chemins régionaux vers Marseille

Cette faiblesse est due aux grandes distances entre les pôles. En effet, les O de Marseille sont à peu de choses près similaires aux O lillois. Si dans un cas c'est la grande vitesse qui explique ces valeurs faibles, pour Marseille c'est en grande partie dû au vide. Entendons par là que la densité de gares est beaucoup plus faible en PACA qu'en Nord-Pas-de-Calais et les fonctions encore plus concentrées. La majeure partie des espaces parcourus par les chemins est ainsi dépourvue d'opportunités de desserte, ou du moins lâchement pourvue. Ces vides sont bien visibles dans les cartes d'accessibilité : l'arrière-pays dans son ensemble est complètement exclu des dynamiques de métropolisation. La prégnance des vides est un des traits structurants de l'organisation spatiotemporelle de la région PACA.

Ainsi, l'accessibilité externe des centralités de PACA est bien inférieure à l'importance que leur confèrent les enjeux de développement territoriaux. En outre, la métropole marseillaise s'impose comme le centre de la région, mais son rayonnement est contraint et bien inférieur à celui de Lille par exemple.

VII.2.2 Persistance d'une césure Est/Ouest

Les résultas précédents montrent que l'accessibilité dans PACA est en général contrainte par la distance euclidienne et par d'autres barrières physiques. Ces contraintes se matérialisent par des césures fortes. La principale césure est celle qui sépare le littoral de l'arrière-pays. En effet, les espaces alpins et ceux du moyen-pays n'ont quasiment pas accès au littoral, qui semble pouvoir fonctionner de façon autonome. Dans ces conditions, il semblerait logique que les trajets privilégiés dessinent une trajectoire Est - Ouest le long du littoral. Or les cartes précédentes portant sur les conditions d'arrivée à Marseille et à Nice montrent que ces relations Est - Ouest ne sont pas facilitées par les TC. En effet, chacune des cartes isole nettement un espace (la Côte d'Azur et le littoral de Marseille à Toulon) et l'on perçoit l'existence d'une frontière floue entre ces deux entités. Les tableaux d'accessibilité des nœuds stratégiques de PACA, présentés dans la partie V.3, montrent de manière spectaculaire la division en deux du territoire, à la fois spatiotemporelle et fonctionnelle. Cette frontière forte, trait structurant du fonctionnement interne de PACA, isole plusieurs sous-espaces qui se situent différemment dans l'organisation spatiotemporelle de la région métropolitaine.

La Côte d'Azur est le plus dense et le plus accessible de ces sous-espaces. L'accessibilité d'Antibes donne un premier indice sur la situation de cet espace (figure VII-26).

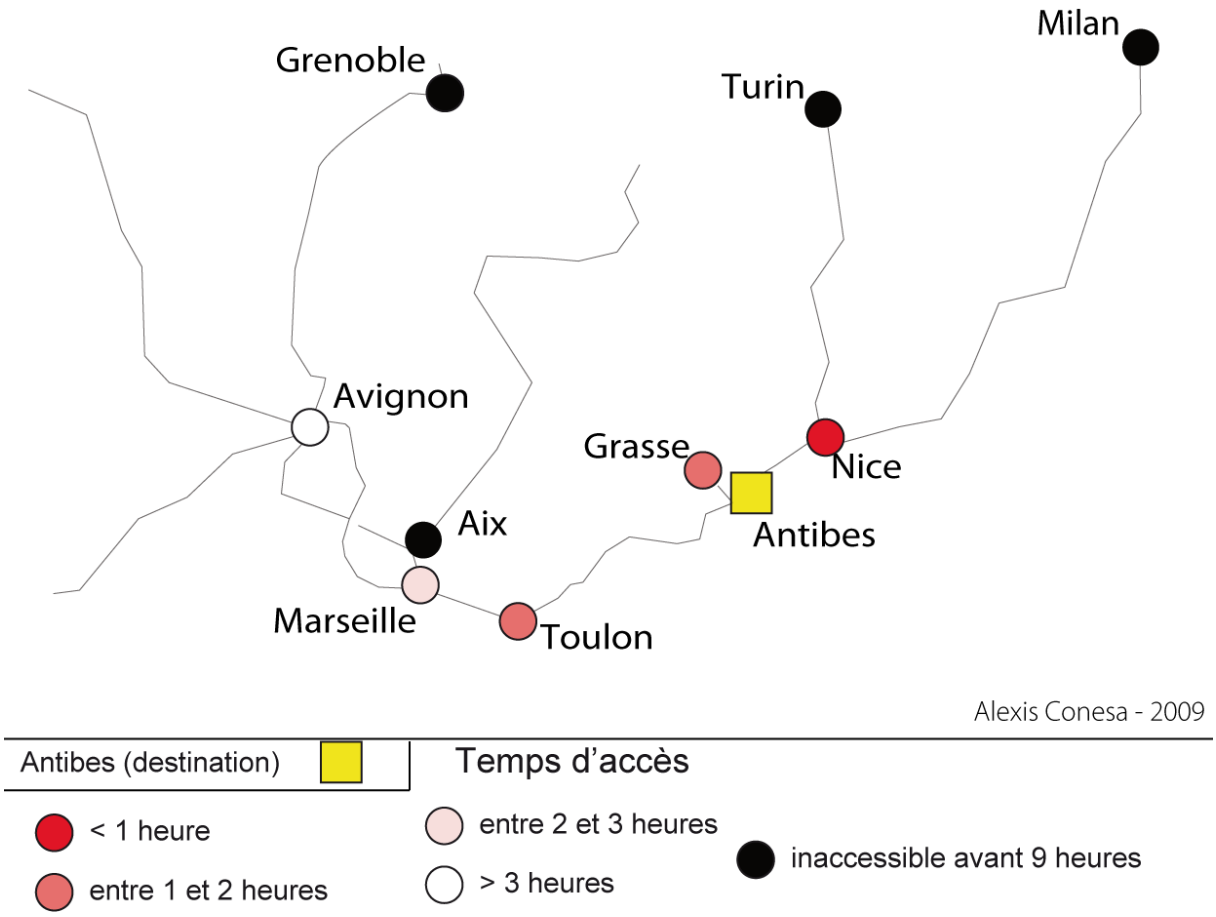


Figure VII- 26 : Accessibilité horaire pour une arrivée avant 9 heures à Antibes

L'examen de l'accessibilité horaire d'Antibes montre une situation légèrement meilleure que Nice. En fait, l'accessibilité d'Antibes n'est pas globalement meilleure que celle de Nice, elle est meilleure vers l'Ouest : Toulon, Avignon et Marseille. Cela montre de ce point de vue que la Côte d'Azur n'est pas une agglomération dominée par Nice mais bien une conurbation multipolaire. Antibes étant située plus à l'Ouest de la région, son accessibilité vers l'Ouest est meilleure. Ces différences ne transforment pas en profondeur les possibilités de construction territoriale, si ce n'est la présence de Toulon dans une zone d'accessibilité optimale inférieure à deux heures. La frontière entre l'Est et l'Ouest est comme nous l'avons vu mouvante et Toulon se situe tantôt d'un côté ou de l'autre. Les accessibilités aux sites sélectionnés azuréens confirment ce flou. En effet, pour tous les sites niçois, la limite des nœuds accessibles en moins de trois heures se situe avant l'Esterel pour 18 heures et après Toulon pour 9 heures. Pour le Palais des festivals, cette zone intègre Marseille, alors que pour la technopole de Sophia Antipolis la limite se situe entre Marseille et Toulon à 9 heures (figure VII-27) et avant l'Estérel à 18 heures.

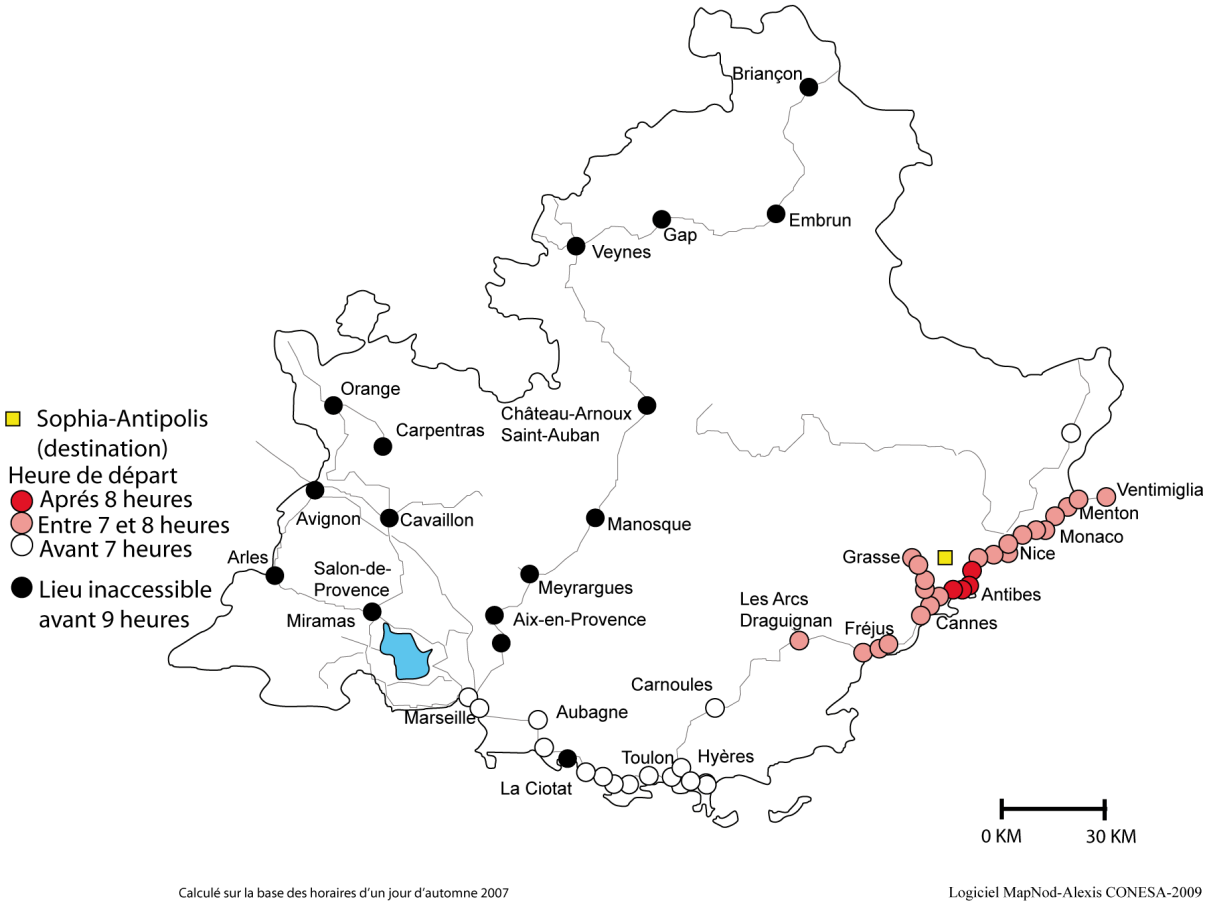


Figure VII- 27 : Arrivée avant 9 heures à Sophia Antipolis : un équipement azuréen?

Au sein de la Côte d'Azur, ces différentes mesures montrent un potentiel de fonctionnement interne cohérent. Nice, Antibes et Cannes constituent le cœur de cet espace qui est susceptible de fonctionner en moins de deux heures quels que soient les sites et les heures testés. Il est à

noter que ce fonctionnement n'est pas optimal, deux heures de trajet constituant un frein important à l'appropriation. La technopole de Sophia Antipolis présente par exemple une accessibilité médiocre selon la figure VII-27. Il faut tempérer ce constat du fait de l'existence d'un car départemental des Alpes-Maritimes qui relie Nice à Sophia Antipolis directement, mais, qui n'a pas été modélisé suivant les choix exposés dans le chapitre V. Quoi qu'il en soit, et malgré une renommée internationale, Sophia Antipolis n'a pas fait l'objet d'une desserte en mode lourd.

La situation géographique compte beaucoup : on remarquera dans la figure VII-22 que Cannes et Grasse n'ont pas accès à Acropolis en moins de deux heures. À l'opposé, le temps d'accès de Vintimille au Palais des Festivals et à Sophia Antipolis est de 1 heure 50, alors qu'il n'excède jamais 1 heure 30 pour les sites niçois. S'il est vrai qu'à l'heure actuelle la question de l'accès en transport collectif des *ventimigliesi* aux sites azuréens ne se pose pas, elle n'est pas nécessairement à évacuer *ad vitam eternam*. En termes rétistiques uniquement, l'analyse menée dans la partie VI.3 a montré que Vintimille et surtout l'agglomération Fréjus-Saint-Raphaël sont les périphéries de la Côte d'Azur, qui s'y intègrent - ou non - selon les cas. Pour les modes collectifs uniquement, alors que Vintimille se joint à Menton et Monaco pour représenter une zone constitutive de la Côte d'Azur, les communes de Fréjus et Saint-Raphaël ont la possibilité de fonctionner avec Cannes-Grasse-Antibes et plus difficilement avec le reste du littoral maralpin.

A l'instar de l'ancien bassin minier du Nord-Pas-de-Calais, malgré quelques difficultés, la Côte d'Azur apparaît comme un espace cohérent et pouvant à quelques modifications près fonctionner comme un ensemble. Cela est renforcé par les indicateurs de capillarité. La figure VII-28 est sur ce point éloquente.

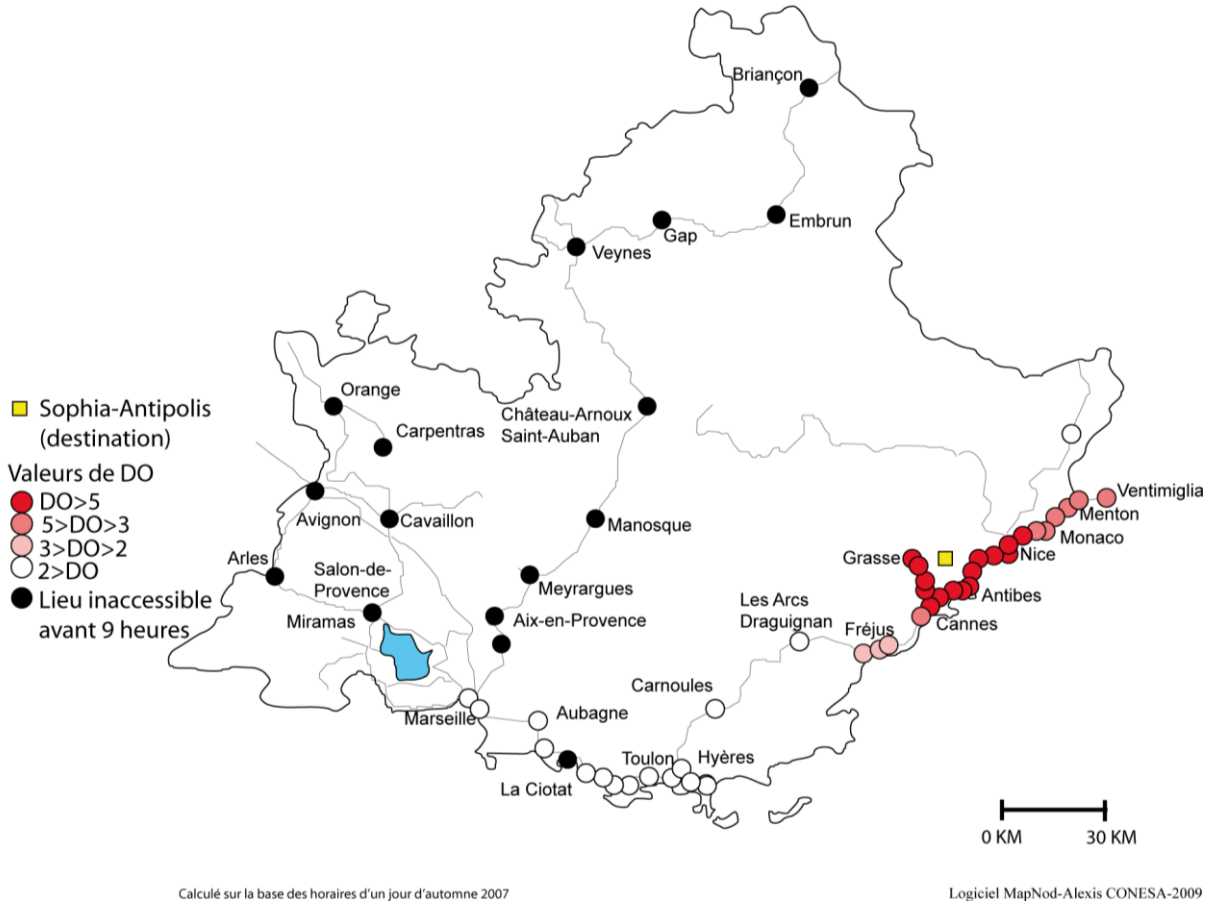


Figure VII- 28 : La richesse des chemins azuréens vers Sophia Antipolis

Malgré les quelques difficultés d'accessibilité vers Sophia Antipolis, la capillarité fait clairement émerger l'ensemble azuréen, avec un DO supérieur à 3 de Cannes à Vintimille. Le cœur de la conurbation s'illustre par un DO supérieur à 5 sur l'ensemble des gares et des arrêts de transport urbain de Grasse-Cannes-Antibes ainsi que sur l'agglomération niçoise. La Côte d'Azur est ainsi un espace métropolitain dense en arrêts et en fonctions, ce qui la place comme un moteur du fonctionnement régional au même titre que l'Arc Sud pour le Nord-Pas-de-Calais. Cette cohérence globale, qui la met dans une situation de contrepoids vis-à-vis de Marseille, ne doit pas masquer un gradient partant de Nice très ordonné par la distance géographique. Par exemple, le site de Monaco possède une accessibilité à Nice meilleure que le Palais des Festivals et Sophia Antipolis (différence de 15 à 50 minutes selon les cas). Sa position plus périphérique lui octroie des O plus forts vers l'ensemble de la région, notamment à 18 heures, mais pas à Nice plus proche. En revanche, cette proximité Nice - Monaco aboutit à des DO plus forts. Ainsi, Monaco possède des DO très forts pour un nœud non urbain (c'est une gare), les meilleurs des 15 sites si l'on excepte les arrêts de bus niçois. Outre ces données numériques présentées dans les tableaux du chapitre VI, la répartition des valeurs est exposée dans la figure VII-29. La position très spécifique de ce lieu est à la base de cette capillarité très forte. L'ensemble Monaco-Menton est en effet à la fois inclus dans un espace métropolitain dense mais il est aussi à l'extrême périphérie régionale. Cela oblige les chemins à traverser l'espace métropolitain azuréen pour y accéder, d'où des chemins riches.

L'ensemble Monaco-Menton se caractérise ainsi une position spécifique dans le réseau de transport de PACA.

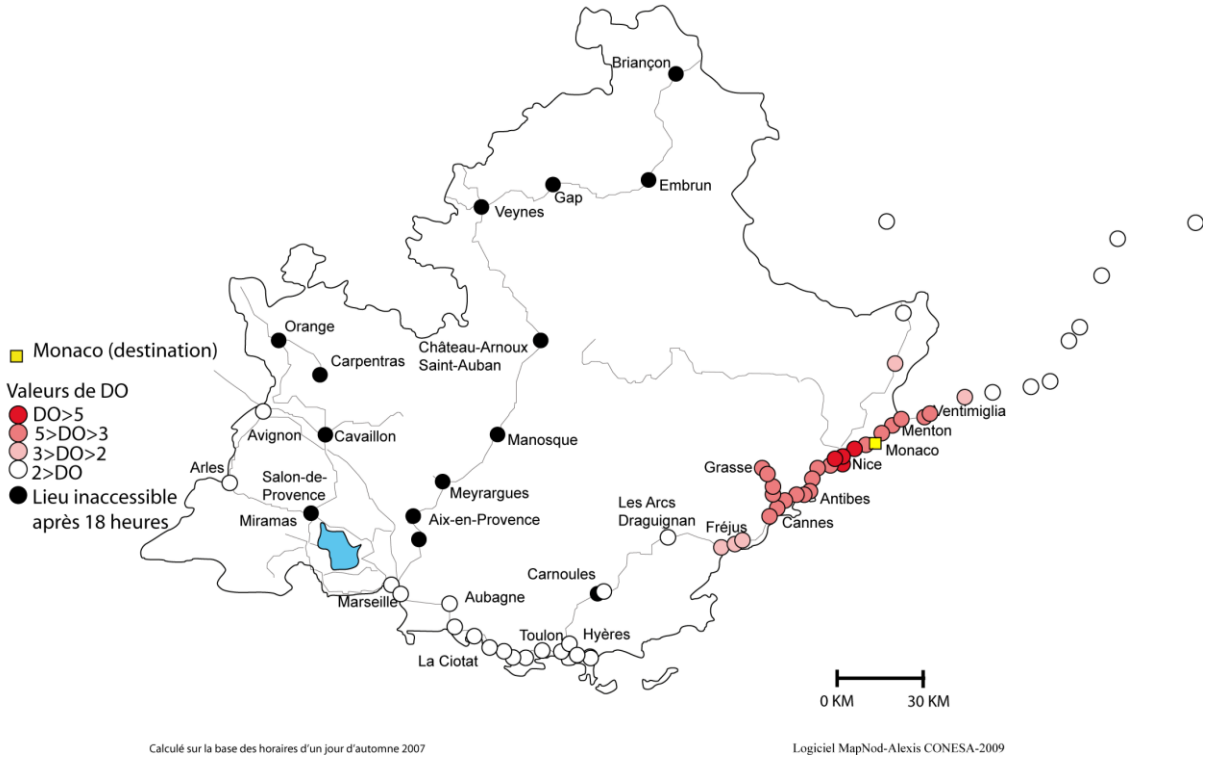


Figure VII- 29 : La richesse des chemins pour un départ à partir de 18 heures de Monaco

Le cas de Monaco montre deux choses. La première est que la Côte d'Azur est un espace métropolitain cohérent à l'intérieur duquel le TER joue le rôle d'un tramway ou d'un métro en desservant les polarités sans hiérarchie (on aurait pu imaginer une relation directe vers Monaco, ou tout autre site azuréen, qui traverserait la Côte d'Azur sans s'arrêter).
La seconde est la conséquence de la première : l'absence de hiérarchie dans les relations (seules les villes petites et moyennes comme Villeneuve-Loubet ou Cagnes-sur-Mer ne sont pas desservies systématiquement à chaque mission ferroviaire) crée un réseau où la distance géographique joue un rôle important dans l'accessibilité et dans l'indicateur DO.

Selon les résultats de l'analyse menée dans la partie VI.3, Toulon présente un niveau de population accessible semblable à la Côte d'Azur. Sa situation la place comme un relais entre les deux métropoles et possiblement un troisième pivot de la métropolisation en région PACA. Mais qu'en est-il de la possibilité qu'offrent les réseaux de transport collectifs ? Les premières cartes montrent que Toulon a plus de possibilités de se connecter à Marseille qu'à la Côte d'Azur. La figure VII-30 montre l'accessibilité de Toulon vis-à-vis des pôles régionaux.

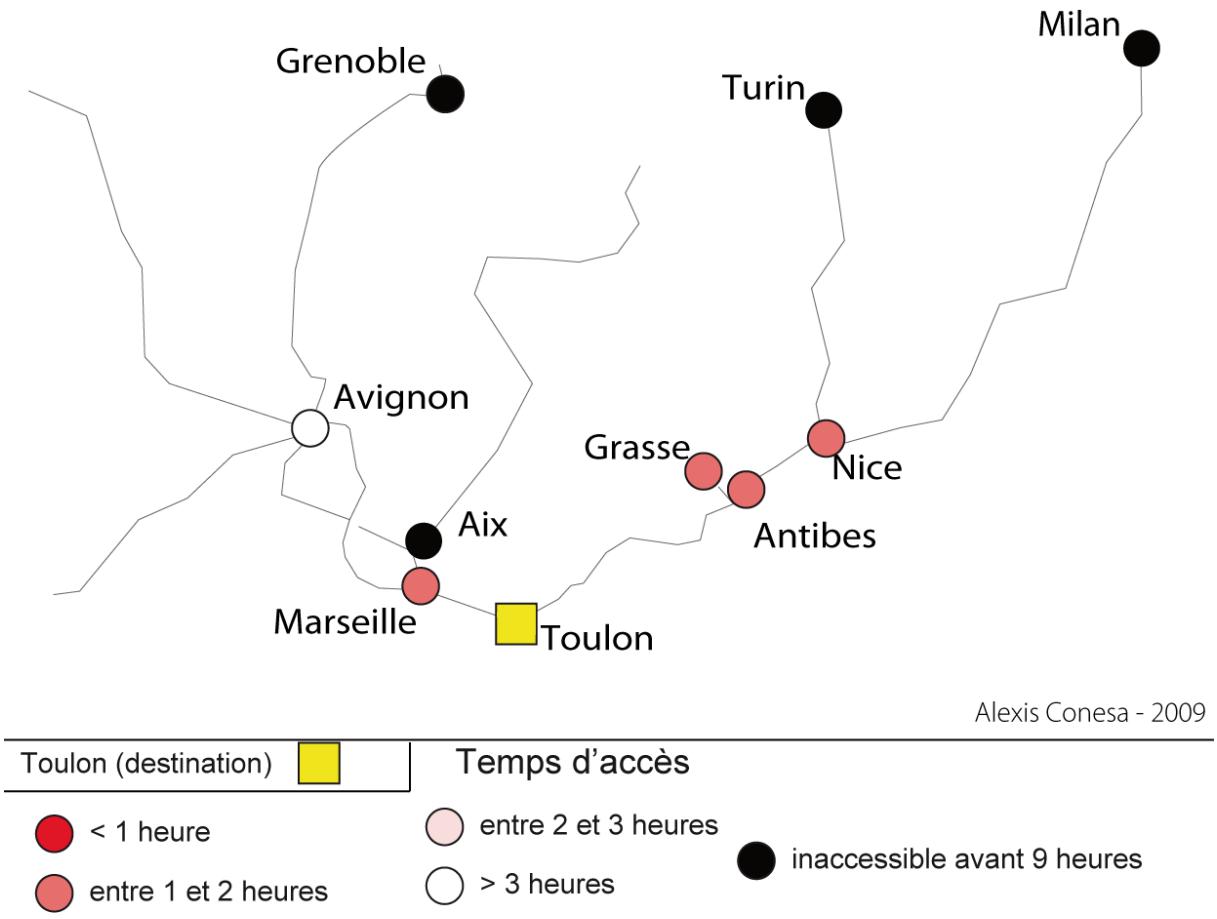


Figure VII- 30 : La situation de Toulon dans le réseau ferroviaire PACA : une accessibilité convenable

De par sa position géographique, Toulon peut effectivement jouer le rôle de relais. Si aucune relation n'est vraiment très efficace, un accès en moins de deux heures est possible vers l'un et l'autre des espaces métropolitains. Cette égalité masque tout de même des différences puisque le Marseille - Toulon correspond à 1h16 de trajet alors que le Nice - Toulon et le Grasse - Toulon sont compris entre 1h50 et 2 heures. Notons d'ailleurs qu'en sens inverse, seule Antibes est accessible en moins de 2 heures, le Toulon - Nice et le Toulon - Grasse étant effectués en 2h15. Toulon est donc mieux connectée à Marseille qu'à la métropole azuréenne. Cette position intermédiaire rejaillit sur les conditions d'accessibilité aux fonctions métropolitaines. En effet, Toulon est la seule ville de PACA qui a accès à toutes les fonctions métropolitaines avant 9 heures en moins de trois heures, hormis l'étang de Berre. Il faut tout de même noter la précarité de cette qualité car à 18 heures il n'y a plus que trois sites dans cette fourchette d'accessibilité. Pour résumer trivialement, nous pouvons dire que Toulon possède un potentiel de fonctionnement territorial présent partout mais fort nulle part. Cette accessibilité moyenne est-elle compensée par une richesse d'opportunités des chemins ?

La figure VII-31 répond à cette question en montrant les valeurs de DO pour Toulon en provenance des autres pôles choisis de PACA.

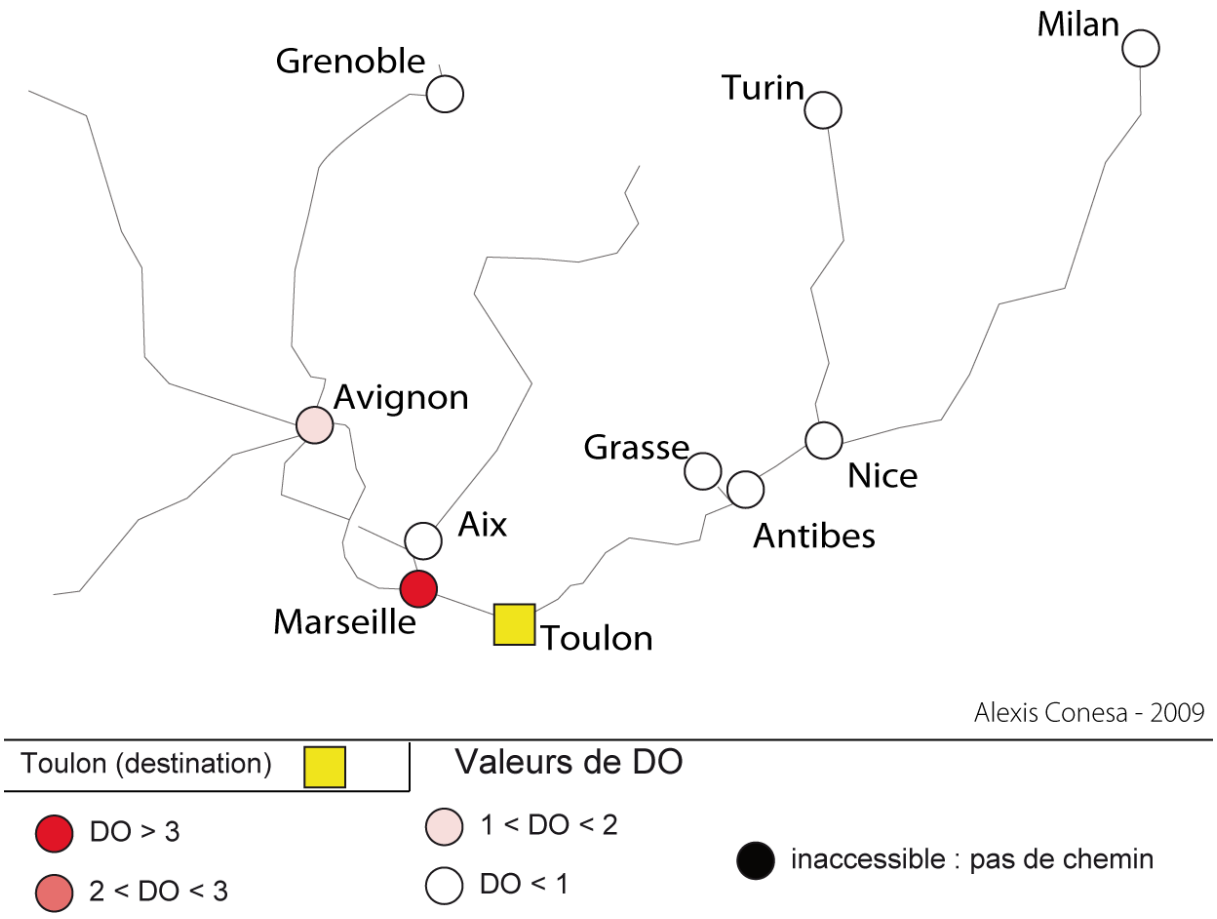


Figure VII- 31 : Une pauvreté des chemins vers Toulon

L'enseignement principal de cette étude est la faiblesse des opportunités de desserte dans les chemins vers Toulon. Cette faiblesse de la capillarité est due au vide entourant l'agglomération. Comme nous l'avons déjà évoqué précédemment, le vide agit telle une barrière isolant certains espaces. L'absence de fonctions métropolitaines de l'agglomération toulonnaise minimise les opportunités de desserte dans les chemins concernés. De surcroît, on a déjà mentionné la pauvreté des chemins entre Nice et Marseille qui n'est pas due à une capillarité faible (au contraire) mais à un vide entre les deux métropoles, ce qui confirme la pauvreté des dessertes dans ces espaces intermédiaires.

Contrairement à ce que l'on a pu constater à Arras par exemple, ce vide n'est pas *a priori* lié à l'organisation du service de transport. En effet, les trois gares d'Hyères (La Pauline, Hyères-Centre et La Garde) confèrent une assez bonne densité d'arrêts de transport à l'agglomération toulonnaise. Cependant, *a contrario* de ce qu'il advient sur la Côte d'Azur, la desserte est moins fine et il existe une grande hiérarchie dominée par la gare de Toulon-ville. La raison en est très certainement territoriale puisque aucune fonction de haut niveau n'est présente autre part qu'à Toulon centre. Pour finir, la carte VII-31 confirme une nouvelle fois que Toulon s'intègre à l'espace métropolitain marseillais. Sa situation est donc intermédiaire entre la position de périphérie de Marseille, le pôle-relais ou l'interstice (situation pouvant être ramenée au cas de Saint-Omer en Nord-Pas-de-Calais, toutes proportions gardées).

La dernière entité urbaine de niveau régional de PACA est située dans la vallée du Rhône et centrée sur l'agglomération avignonnaise. Comme démontré dans l'analyse de la partie VI.3, le report d'une grande partie des circulations sur la gare TGV périphérique et surtout l'absence de connexion lourde entre cette gare et Avignon-ville ont un impact fortement négatif sur l'accessibilité d'Avignon. Notons bien que la connexion entre les deux gares avignonnaises est modélisée mais encore une fois le service proposé est faible. La figure VII-32 montre combien la ville est enclavée vis-à-vis des autres pôles régionaux.

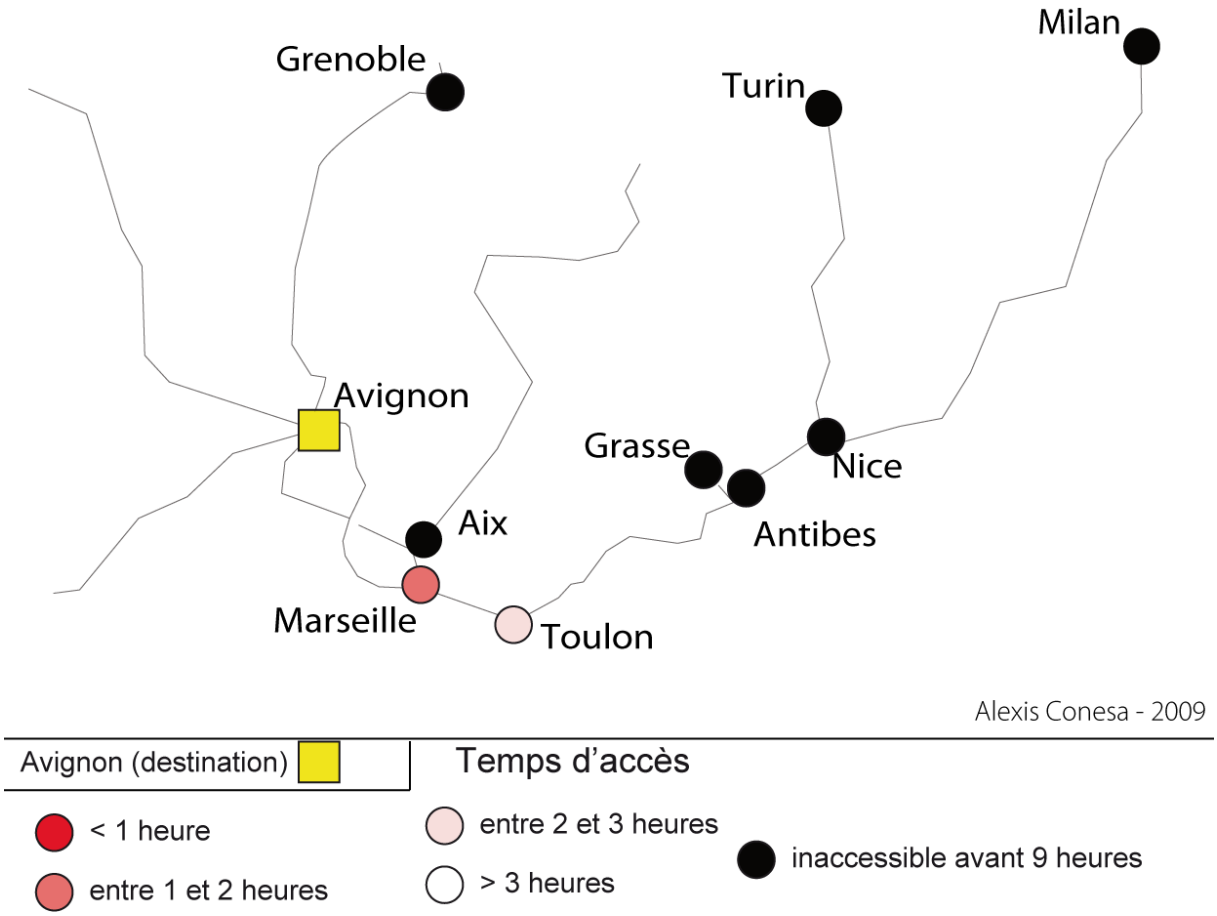


Figure VII- 32 : L'isolement régional d'Avignon-Ville

En effet, seules Marseille et Toulon sont connectées avant 9 heures pour un résultat satisfaisant. Les analyses par populations accessibles ont montré que l'ensemble de l'espace de la vallée du Rhône en PACA nécessite une connexion en train de 40 minutes vers Marseille pour obtenir une masse de population optimale.

En ce qui concerne l'accessibilité aux sites métropolitains sélectionnés, Arles et Avignon dessinent une situation similaire. Le fonctionnement n'est pas envisageable vers les sites azuréens puisqu'il n'y a pas d'accès avant 9 heures et un minimum de 5h30 de trajet à 18 heures (à l'exception du Arles - Palais des Festivals en 3h51 et du Palais des Festivals - Arles en 3h35, ce qui est tout de même loin d'être satisfaisant). En revanche, l'accès aux sites provençaux est plus encourageant avec une moyenne de 1h30 de trajet le matin et de moins

d'une heure (Aéroport de Marignane - Arles) à plus de 2h30 (étang de Berre - Avignon) le soir.
Les potentialités de fonctionnement entre la vallée du Rhône et la métropole provençale sont donc réelles et construisent un vaste ensemble de l'Ouest de PACA dominé par Marseille, relayé par Arles et Avignon pour un fonctionnement métropolitain.
En termes de capillarité, l'analyse n'est pas plus simple. En effet, encore une fois la gare d'Avignon apparaît comme périphérie dans le réseau et ainsi les O des chemins y accédant sont forts comme le suggère la figure VII-32.

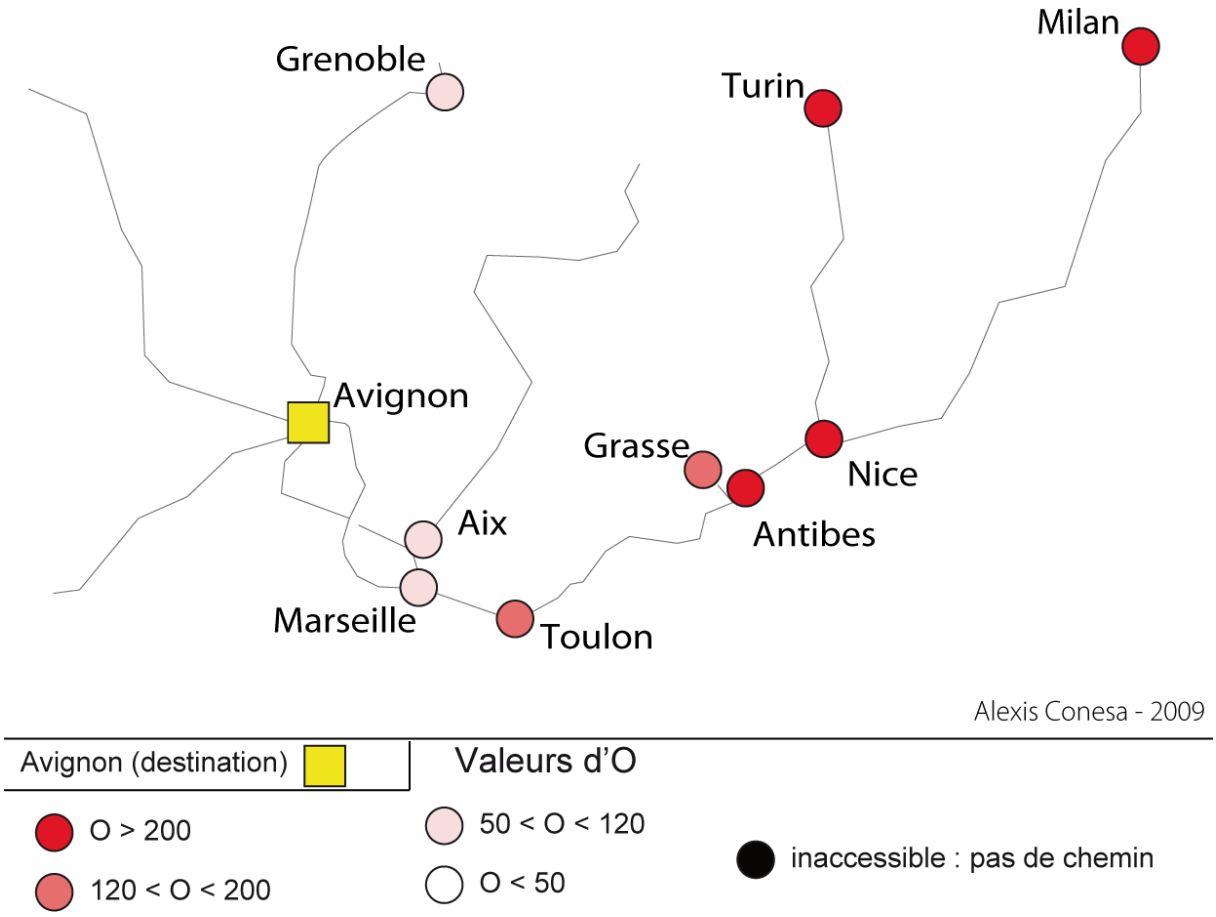


Figure VII- 33 : Les fortes opportunités de desserte dans les chemins régionaux vers Avignon

Si la capillarité est d'autant plus grande que l'on se déplace vers l'Est, il est à noter la faiblesse du Marseille - Avignon (O=55) qui ne contient qu'un seul arrêt intermédiaire, à Arles. Ramenées à la distance, ces capillarités sont moins considérables : aucune valeur de DO ne dépasse 2. En revanche, sur l'ensemble des pôles territoriaux sélectionnés, Avignon est celui qui a le DO moyen le plus fort avec notamment cinq DO sur neuf supérieurs à 1. Avignon se caractérise donc par des relations directes vers Marseille et par extension vers le reste de PACA et des opportunités de desserte qui restent fortes en raison de l'organisation régionale des transports qui oblige à parcourir l'ensemble du littoral dense. Cependant, en ajoutant les réseaux urbains, on se rend compte que les capillarités des chemins d'Arles ou Avignon vers les nœuds stratégiques sont les plus faibles de l'ensemble des villes choisies.

Ainsi, la situation de l'axe rhodanien en région PACA est, comme pour Toulon, loin d'être limpide. À la fois périphérique par la situation géographique (Arles) ou la mauvaise connexion (Avignon), cet espace cohérent se raccorde directement à Marseille en TER, ce qui lui confère une capillarité générale moyenne pour du gare à gare et faible en l'absence de réseaux urbains. De plus, cette relation directe place Avignon à 1h45 de Marseille en accessibilité horaire à 9 heures, ce qui est loin d'être optimal. Si cette situation est celle d'un pôle secondaire banal, on peut dire qu'il correspond mal aux enjeux de développement affichés dans cet espace rhodanien (cf. partie III.3).

VII.2.3 Périphéries et interstices

Contrairement à la région Nord-Pas-de-Calais, les espaces enclavés de PACA sont nombreux et concernent l'essentiel du territoire régional.
L'arrière-pays constitue la périphérie lointaine des espaces métropolitains littoraux. En effet, ils ne sont reliés à aucun site métropolitain, comme le montre l'exemple de Briançon dans les tableaux et cartes précédents. L'axe durancien, supposé corridor de développement, se caractérise par son enclavement par rapport aux espaces métropolitains. Les lignes de car ajoutées au train pourraient difficilement permettre un fonctionnement interne de Veynes à Briançon (pas d'arrivée avant 9 heures et un trajet de 2 heures pour le premier Briançon - Veynes), mais en plus l'insuffisance du service est particulièrement criante entre Veynes et Manosque, ce qui interdit tout fonctionnement régional. À partir de Manosque et vers le littoral, la ligne se connecte difficilement à Marseille et le fonctionnement est réduit au strict minimum (cf. partie VI.3). Le cas d'Aix est à souligner : le problème de la gare TGV périphérique, semblable à la situation d'Avignon, se pose ici avec encore plus d'acuité. En effet, Marseille est accessible en plus de deux heures et tous les autres pôles sélectionnés en plus de trois heures. La métropole bicéphale est ainsi peu cohérente, si ce n'est par les valeurs des DO des chemins vers Aix qui font bien émerger un ensemble Aix - Marseille - Toulon. Notre analyse montre ainsi un enclavement d'Aix en transport collectif, faisant apparaître ce pôle comme un satellite lointain de Marseille, hors de l'agglomération qui comprend Salon-de-Provence, Cassis ou Aubagne. De plus, la faiblesse de cette relation isole le Moyen-Pays provençal de la construction métropolitaine.
Les seuls espaces de l'arrière-pays pouvant ambitionner une participation à la construction du territoire métropolitain sont les villages desservis par le train de la Roya jusqu'à Cuneo. Breil-sur-Roya et Tende sont ainsi à moins de deux heures du centre de Nice et la saturation du littoral peut laisser envisager un report de la croissance vers l'arrière-pays. Peu considéré à cause de son côté touristique et pittoresque, ce train peut présenter de réelles opportunités de fonctionnement du territoire, qui plus est transfrontalier. Il faudrait pour cela saisir cette opportunité et moderniser la relation Nice - Cuneo - Turin, mais ce n'est pas la vocation première de cette relation, et n'est peut-être pas souhaitable par les acteurs, le cachet du train résidant dans son caractère authentique et désuet.

Hormis l'arrière-pays, un second espace peut être considéré comme périphérique, et celui-là au sein même du littoral métropolitain dense. Il s'agit du littoral varois composé du pays dracénois et des villages autour de Carnoules, entre l'Esterel et la baie de Saint-Tropez. Cet espace cohérent (10 minutes entre Carnoules et Draguignan) possède une tête de pont importante en la gare des Arcs. Cette gare TGV a accès à la fois aux sites azuréens et aux sites marseillais dans la plupart des cas, dans des modalités proches de celles de Toulon. Cependant, si Toulon se relie relativement bien à Marseille, ce n'est pas le cas de Draguignan ni avec Marseille ni avec Nice. C'est pourquoi dans la partie VI.3 Draguignan a été présentée comme le véritable relais entre les deux espaces métropolitains dans la configuration actuelle du réseau de transport collectif en PACA. Du point de vue du fonctionnement territorial, ce rôle de relais signifie la possibilité de structurer le développement métropolitain par l'accueil de fonctions de haut niveau. La capillarité des chemins vers et à partir des Arcs-Draguignan est nécessairement faible du fait de la saillance de cette gare TGV dans l'espace-temps régional par rapport à son environnement peu dense. On peut faire l'hypothèse que le développement de Draguignan est limité par les contraintes naturelles (couverture forestière, relief) et ne correspond pas à ce qu'une connexion à grande vitesse peut laisser envisager. La gare des Arcs est ici un exemple de l'effet tunnel, qui privilégie un nœud plutôt qu'un espace ou même qu'un lieu. Le rôle de relais est ici plus rétistique que territorial : l'appropriation des chemins concernant la gare des Arcs-Draguignan n'est pas facilitée par le service et l'espace varois doit être malgré tout considéré comme une périphérie.
L'espace régional de PACA est soumis à beaucoup plus de contraintes que le Nord-Pas-de-Calais, compliquant l'interprétation des résultats. Les périphéries sont ainsi plus larges et les situations plus nuancées, ce qui rend nécessaire une analyse complémentaire aux calculs menés dans le protocole méthodologique annoncé.
Après avoir fait plus de lumière sur ces périphéries et ces interstices, et comme l'analyse est milti-échelles, intéressons-nous désormais aux enseignements à l'échelle urbaine.

Les sites métropolitains sélectionnés à Nice sont présents en centre-ville et, plus fréquemment dans la partie ouest de la ville. Celle-ci correspond à la ville moderne, avec les nouveaux quartiers d'affaire, qui s'étend vers la plaine du Var. La ville ancienne est située plutôt à l'Est, à partir du port et jusqu'à la gare, en passant par la vieille-ville proprement dite et le centre fonctionnel. L'accessibilité aux quartiers centraux a été représentée par l'intermédiaire du site d'Acropolis, tandis que celle des quartiers occidentaux est représentée par le parc d'activités de l'Arénas (figure VII-34).

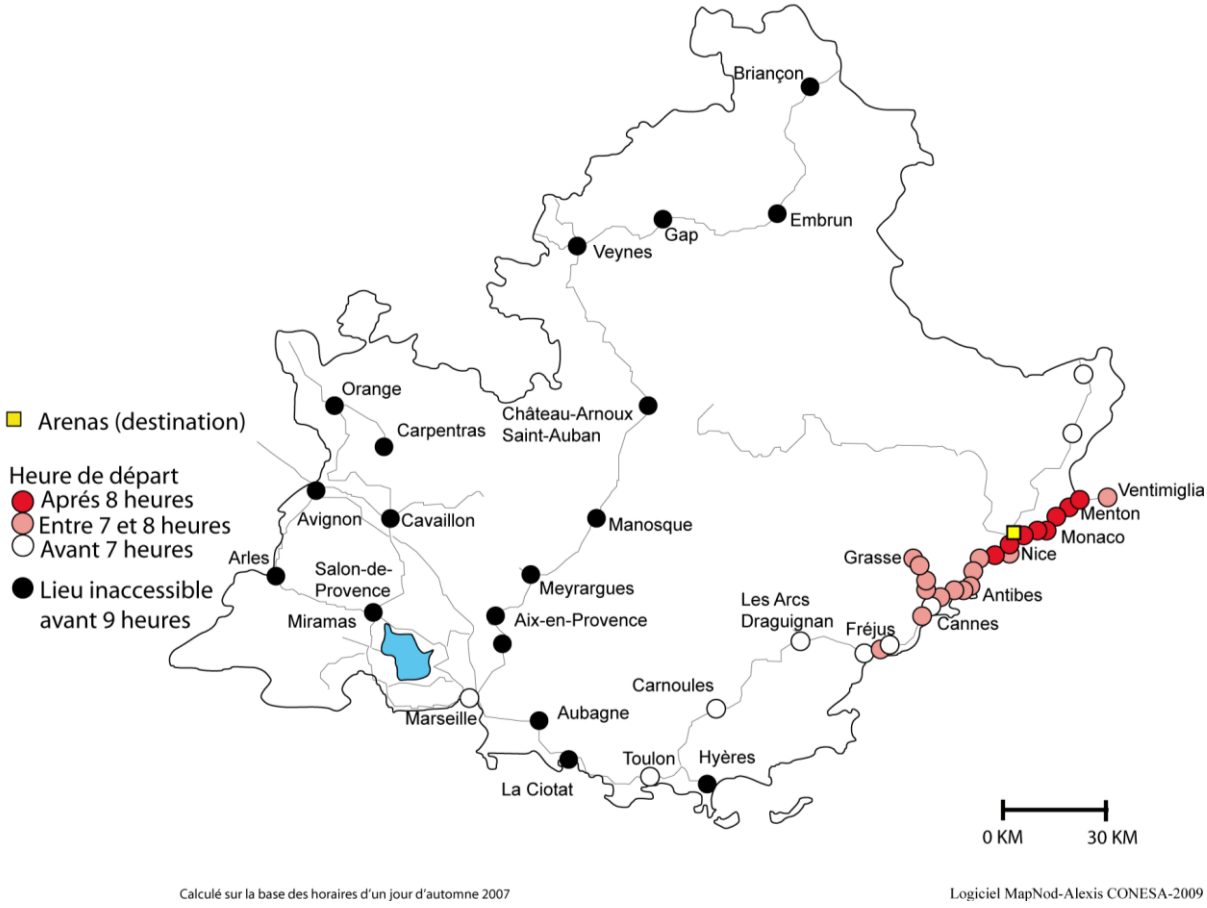


Figure VII- 34 : Accessibilité pour une arrivée à 9 heures à l'Arénas

L'accessibilité pour l'Arénas est clairement moins bonne que pour Acropolis (figure VII-21). La plage d'une heure d'accessibilité est réduite de Cagnes-sur-Mer à Menton, une grande partie de la Côte d'Azur étant ainsi reléguée à plus d'une heure. La mauvaise accessibilité se répercute plus loin jusqu'à Saint-Raphaël, dont l'accès à 9 heures à l'Arénas devient plus malaisé. Il existe donc un déséquilibre entre les quartiers du centre et de l'Ouest de Nice. De manière plus générale, un gradient centre-périphérie est présent dans la ville et les mêmes résultats concernant uniquement les arrêts de bus niçois montrent ce type de structure (figure VII-35).

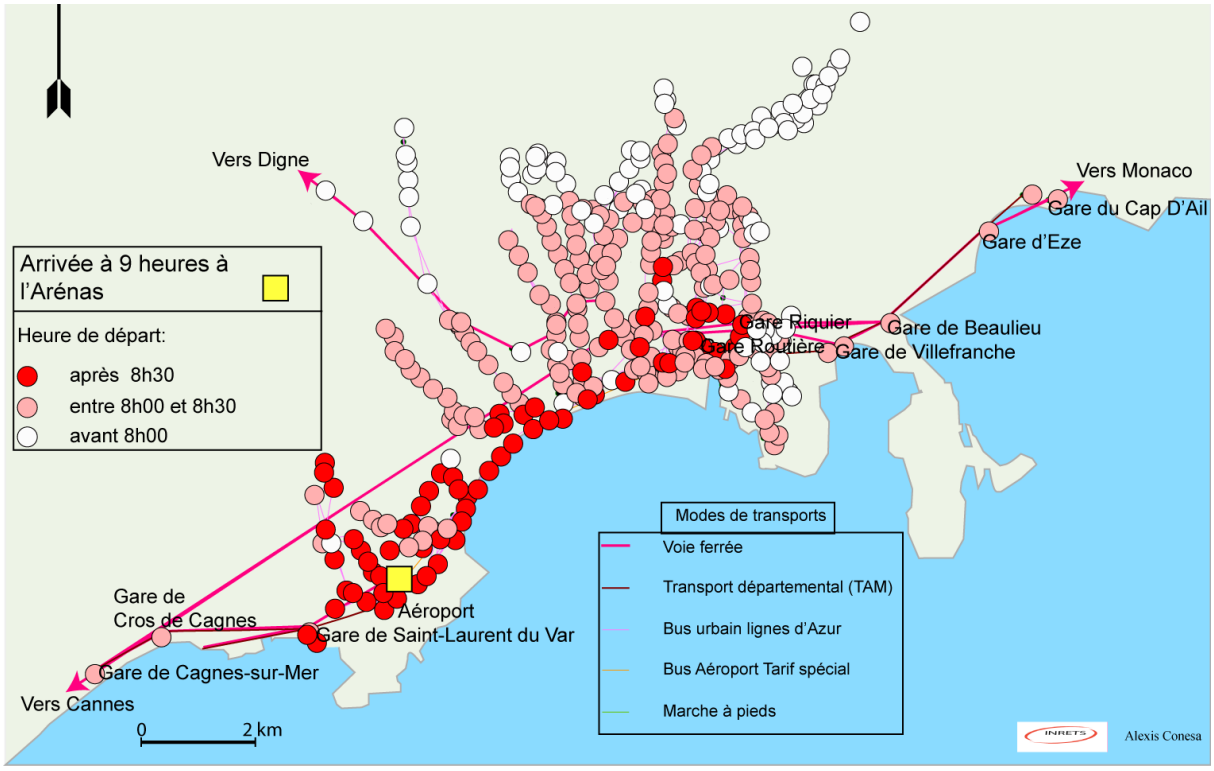


Figure VII- 35 : Accessibilité pour une arrivée à 9 heures au Parc de l'Arénas dans la CUNCA

En effet, si le littoral Ouest est bien accessible, ce sont les nœuds du centre-ville qui ont le plus de facilité à atteindre l'objectif dans la contrainte horaire fixée. À partir de ces nœuds centraux, l'accessibilité décroît surtout vers le Nord. Ainsi les quartiers Nord, Nord-Est et même Nord-Ouest sont les moins accessibles. Par exemple, le vallon de la Madeleine, situé à quelques encablures au nord-est du Parc de l'Arénas, y est moins accessible que la plupart du reste de la ville (on le voit émerger sur la carte par un chapelet de disques blancs à l'est de la voie ferrée des chemins de fer de Provence qui continue vers Digne). L'accessibilité se dégrade aussi vers l'Est, et plus que l'effet de la distance, cette dégradation est liée aux nœuds mal desservis du Mont Boron, relief important entre Nice et Villefranche-sur-Mer.

Les autres calculs confirment que, quelle que soit la destination, les nœuds centraux ont des conditions d'accessibilité meilleures ou égales que les quartiers Est et Ouest, en particulier les vallons du Nord de la ville (Madeleine, Vallon des Fleurs, Ariane qui correspondent aux chapelets de disques blancs sur la carte).

Les indicateurs de capillarité montrent exactement les mêmes structures, à savoir que les valeurs de DO sont toujours plus fortes pour les lieux centraux que pour les nœuds périphériques. C'est-à-dire qu'ils sont même plus forts que les nœuds orientaux pour des chemins vers l'Est et plus forts que des nœuds occidentaux pour des chemins vers l'Ouest. Les déséquilibres entre centre et quartiers périphériques mêlent donc l'accessibilité et la richesse des chemins. Ces disparités sont encore plus frappantes que celles qui concernent Lille.

Les indicateurs de capillarité enrichissent aussi les comparaisons entre l'ancienne et la nouvelle ville de Nice. La figure VII-36 montre les DO pour les chemins vers l'Arenas à 9 heures.

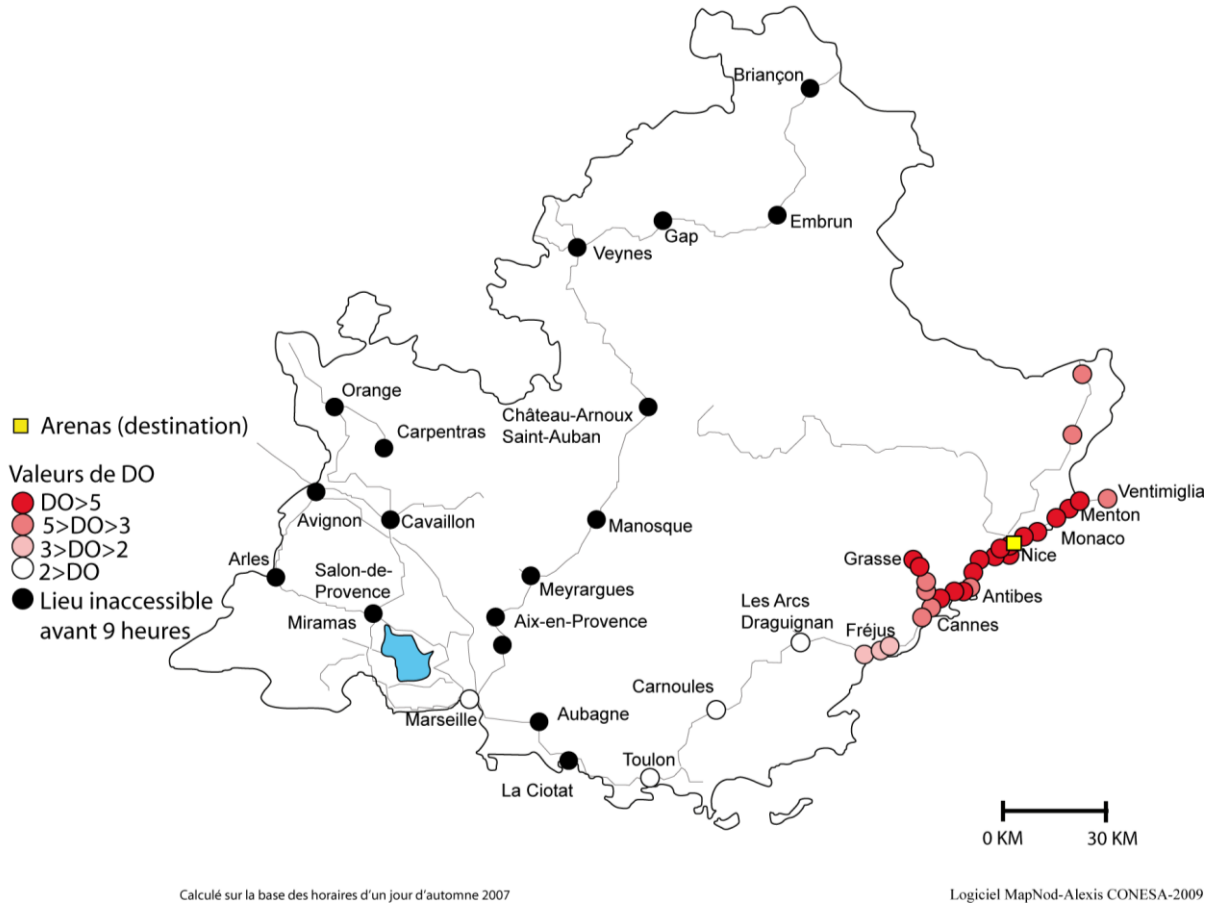


Figure VII- 36 : Capillarité des chemins vers le parc de l'Arénas avant 9 heures

Les densités d'opportunité de desserte vers l'Arénas à 9 heures sont assez élevées, puisque pour la majorité des gares de la Côte d'Azur DO est supérieur à 5. Il subsiste encore quelques interstices à Vintimille, Antibes et Cannes. Pour pouvoir se saisir de l'ensemble du sens de ces résultats, il faut signaler que, pour le même calcul concernant un site du centre niçois comme Acropolis ou le Palais des expositions, ces mêmes espaces sont intégrés dans la plage rouge car les indicateurs DO sont deux fois plus forts que pour l'Arénas. Ainsi, une zone de capillarité forte (DO supérieur à 5) s'étend jusqu'à Fréjus. Les sites de la ville ancienne engendrent donc des chemins beaucoup plus capillaires que ceux de la ville nouvelle. En effet, la ville ancienne propose des chemins plus denses et plus urbains alors que la nouvelle ville à l'Ouest, plus moderne, privilégie des chemins plus directs et moins denses, et cela bien que l'accessibilité vers le centre soit meilleure.
Ces deux structures dessinent à Nice une organisation spatiotemporelle dominée par le centre tant en accessibilité qu'en capillarité.

L'analyse peine à faire émerger des structures similaires dans l'agglomération marseillaise, hormis la domination de Marseille sur ses alentours. La présence des fonctions métropolitaines à l'Est de l'agglomération, autour de l'étang de Berre, ne signifie pas forcément une capillarité plus grande qu'à l'Ouest, où la densité de gares jusqu'à La Ciotat compense le manque de fonctions.

L'analyse par les accessibilités horaires et les indicateurs de capillarité fait émerger des contraintes et des potentiels en vue d'une structuration du territoire régional par les transports collectifs. À l'inverse du Nord-Pas-de-Calais, la plupart des sites sélectionnés ne peuvent prétendre à structurer une territorialisation du fait de leur manque d'accessibilité qui est en partie due à la faiblesse de la desserte TC. Une gare à Fos-sur-Mer ou à Sophia Antipolis serait en effet plus en adéquation avec l'ambition métropolitaine qu'ils affichent. Un autre trait marquant émerge : la dégradation générale des accessibilités entre la contrainte d'arrivée le matin et la contrainte de départ le soir. On peut faire l'hypothèse qu'elle est liée à une dégradation du service en fin de journée.
Dans le détail, la technopole de Château-Gombert, directement reliée à la principale gare TER de la région, est le site le plus accessible. Les conditions d'accessibilité sont cependant loin d'être optimales et la structuration peut concerner au maximum un grand pan de la région allant du sud de la vallée du Rhône à Toulon. Les autres sites marseillais sont moins bien lotis et le fonctionnement potentiel ne s'étend pas jusqu'à Toulon. Les sites niçois peuvent prétendre à une structuration sur l'ensemble de la Côte d'Azur, voire jusqu'aux portes de l'Estérel pour ceux du centre de Nice. Pour ceux des quartiers Ouest, ils sont paradoxalement handicapés par la connexion vers Cannes-Grasse-Antibes. L'accessibilité est beaucoup plus réduite pour des sites comme la Marina ou Sophia Antipolis qui peuvent difficilement structurer le fonctionnement azuréen à l'aide des TC. Enfin, un site comme le Palais de festivals, alors qu'il est moins susceptible de structurer le territoire azuréen que les sites niçois, en particulier en perdant de l'accessibilité vers l'Est (Monaco-Menton et Vintimille), permet d'entrevoir une possibilité de fonctionnement avec Toulon avec un trajet inférieur à deux heures le matin et le soir. L'accès des toulonnais au Palais des Festivals des Cannes n'est pas décisif pour la construction du territoire mais cela donne une idée des conditions d'accessibilité entre Toulon et Cannes.

En ce qui concerne la capillarité, les indicateurs DO présentent plutôt des potentiels de fonctionnement contenus dans les chemins. La figureVII-37 présente une synthèse des DO entre les pôles choisis, seuls les DO supérieurs à 1 sont représentés.

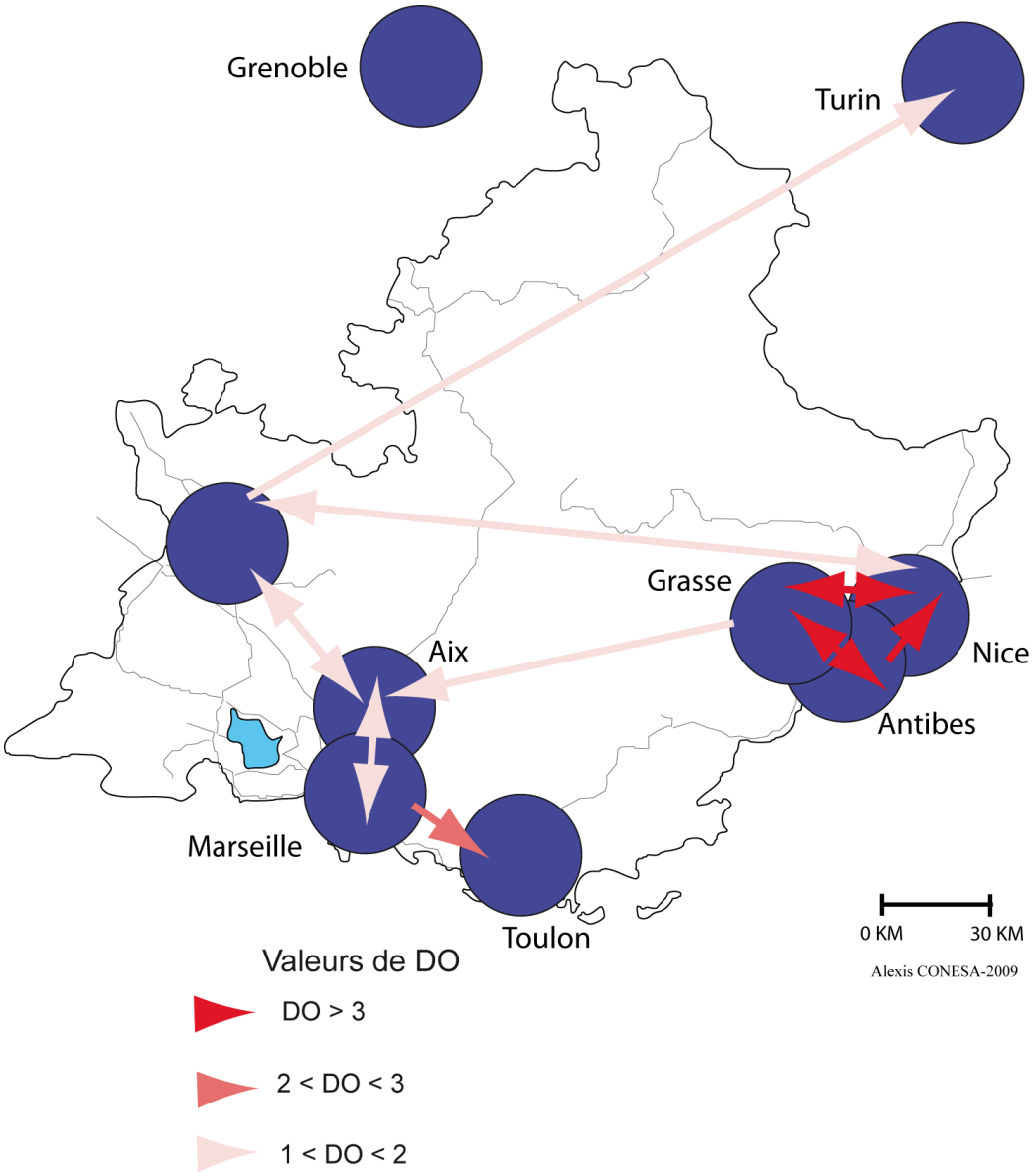


Figure VII- 37 : Synthèse de la richesse des chemins entre les pôles choisis de PACA

La cohérence interne de la Côte d'Azur en particulier vers Nice émerge bien, ainsi que la relation Marseille - Toulon. Il est d'ailleurs intéressant de remarquer que cette relation va vers la plus petite ville, ce qui est une exception.

De manière plus large, les structures relevées tout au long de cette analyse sont synthétisées dans la figure VII-38.

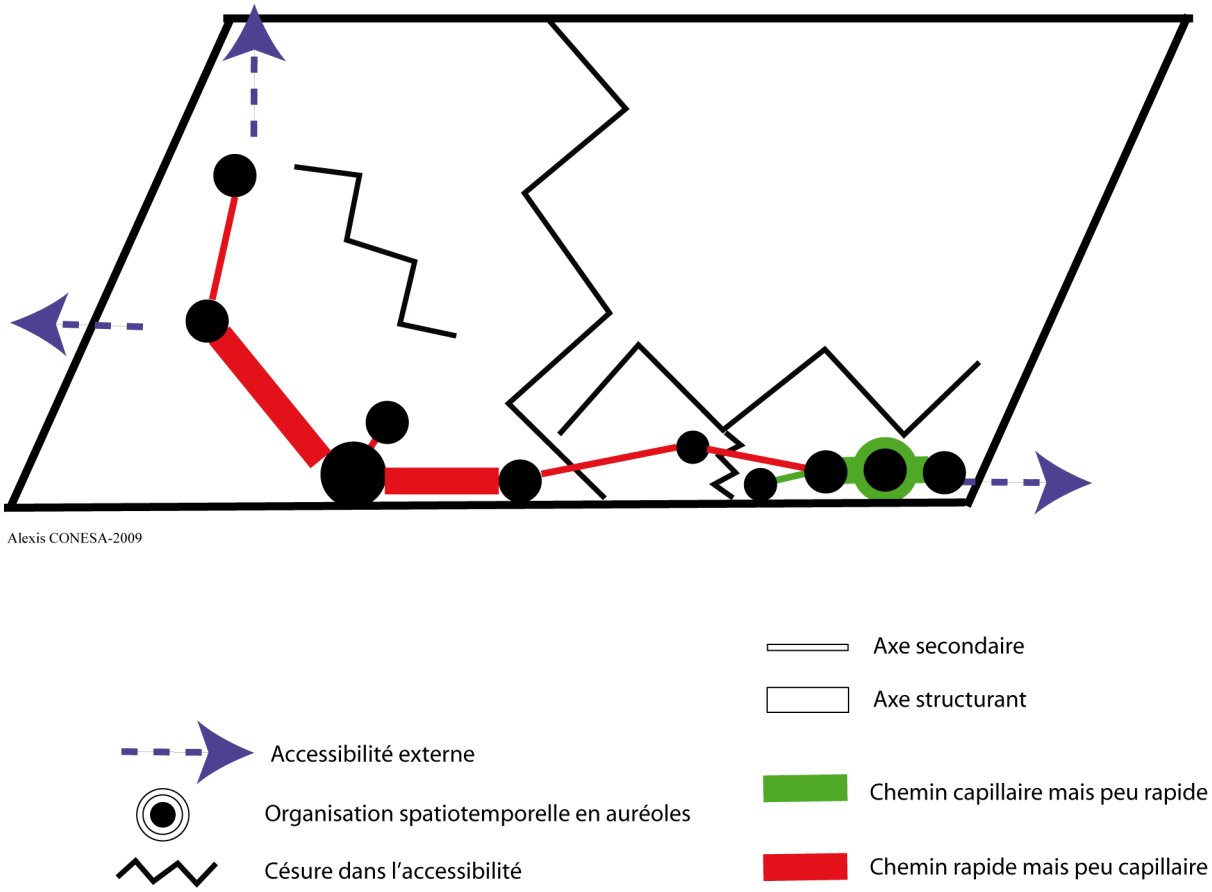


Figure VII- 38 : La région PACA entre scissions et axe cohérent

Le service de transport régional de PACA montre un visage beaucoup moins cohérent que pour le Nord-Pas-de-Calais. Les césures y sont beaucoup plus prégnantes, les relations vers l'extérieur moins bien assurées (en pointillés sur le croquis) et les relations rapides moins développées. L'aspect compartimenté tranche avec l'organisation claire du Nord-Pas-de-Calais. Seul l'espace azuréen dense paraît cohérent.

Conclusion

Malgré des tendances moins faciles à saisir, l'analyse a montré sur la région PACA comme sur le Nord-Pas-de-Calais quelques structures fortes :

- **Une très forte coupure entre l'Est et l'Ouest** de la région, avec une frontière correspondant plus ou moins au massif de l'Estérel.
- La **domination de l'agglomération marseillaise** par sa desserte ferroviaire qui lui permet d'organiser son espace de Toulon jusque dans la vallée du Rhône.
- La **Côte d'Azur est un espace métropolitain dense** et cohérent.
- **L'enclavement de l'ensemble de l'arrière-pays** montagneux.
- La **position intermédiaire de Toulon**, relativement accessible à Marseille et Cannes mais cernée par le vide.
- Les **déséquilibres** entre l'Est et l'Ouest de Nice et **entre les quartiers centraux et périphériques**.

Les questions posées sur le territoire de PACA dans ses rapports avec le transport étaient les suivantes : **L'existence d'un équipement de rayonnement national sur la Côte d'Azur est-il possible ? Une structuration régionale incluant Marseille, Toulon et Nice est-elle envisageable ?**

Pour ce qui concerne le cas de la Côte d'Azur, l'analyse menée sur les transports collectifs montre clairement une déficience dans l'accessibilité. Quels que soient les sites considérés, les possibilités de fonctionnement sont réduites à l'espace azuréen, avec des limites floues notamment du côté du Var entre l'agglomération Fréjus-Saint-Raphaël et Draguignan. Au-delà, les deux heures d'accessibilité contraignent considérablement l'usage pour ces sites azuréens. De plus, aucune ville en dehors de la région n'est accessible selon les contraintes horaires. Un équipement de rayonnement national sur la Côte d'Azur est ainsi difficile à envisager sans amélioration de l'accessibilité en transport collectif.

Pour le fonctionnement régional entre les trois centralités principales, la situation n'est guère meilleure. Si un fonctionnement entre Marseille et Toulon est envisageable étant données les bonnes conditions d'accessibilité, l'intégration de Nice dans une dynamique à trois têtes paraît fortement contrainte étant donnée la barrière d'accessibilité séparant la Côte d'Azur du reste du territoire régional. Ainsi même les sites du centre-ville de Nice sont difficilement accessibles depuis Toulon ou Marseille. Les éléments de réponse apportés nous amènent donc plutôt à répondre à la négative aux questions posées.

Chapitre VIII : Propositions d'Aménagement local

L'analyse des potentiels de structuration des territoires métropolitains dans les régions PACA et Nord-Pas-de-Calais fait émerger des structures dans les organisations spatiotemporelles. La valeur ajoutée théorique et méthodologique du travail réside dans les enseignements généraux que l'on peut en tirer sur l'organisation des transports dans une région métropolitaine et les nouveaux éléments que nous permettent d'appréhender les nouveaux indicateurs. L'ambition première affichée par notre recherche est néanmoins opérationnelle. Le premier intérêt est d'inscrire pleinement l'analyse quantitative effectuée dans une démarche d'aide à la décision à dimension prospective. Il est pour cela important **d'utiliser à bon escient nos mesures pour mettre en lumière les problématiques locales et montrer comment il est possible d'agir sur le territoire par l'intermédiaire des transports**. Le second intérêt est que les aménagements locaux enrichissent le débat déjà fertile sur les réseaux de transport comme outils de la construction territoriale, tant sur le plan rétistique que sur le plan territorial et opérationnel. Ainsi, le choix de nos deux régions est aussi une manière d'illustrer des différences dans la gestion des problématiques concernées par les institutions et autorités compétentes.

Pour toutes ces raisons, il est nécessaire de matérialiser notre apport opérationnel en proposant des aménagements locaux à l'aune des résultats produits. Chaque région sera traitée selon une organisation partant de l'analytique vers l'opérationnel afin de proposer concrètement des modifications du service de transport qui prennent en compte les dynamiques territoriales. Le détail des simulations ainsi que les résultats suivront. Après avoir traité du Nord-Pas-de-Calais et de PACA, nous montrerons comment les attitudes des pouvoirs publics se différencient dans les deux cas.

VIII. 1 Des réajustements dans le Nord-Pas-de-Calais

Le service de transport collectif confère au Nord-Pas-de-Calais des possibilités de construction territoriale. Cependant, ce potentiel est contraint par quelques points noirs détectés dans le chapitre précédent. Après avoir rappelé ces dysfonctionnements, nous montrerons comment il est possible d'y remédier d'un point de vue rétistique. La confrontation aux réalités locales nous fera sélectionner quelques simulations sur lesquelles les calculs ont été effectués.

VIII.1.1 Suggérer la transversalité

L'analyse menée sur les services de transport collectifs du Nord-Pas-de-Calais a permis de détecter plusieurs dysfonctionnements. Le principal frein à la construction métropolitaine est selon nous le manque de transversalité. En effet, si Lille organise assez efficacement la région autour d'elle, la difficulté à réaliser le Valenciennes - Lens empêche à l'Arc Sud de pleinement remplir le rôle qu'il est susceptible de jouer. Alors que le Béthune - Lens - Douai semble cohérent, l'exclusion de Valenciennes affaiblit ce sous-espace et le rôle métropolitain que lui confère la richesse des chemins ainsi que la dotation en fonctions métropolitaines n'est que partiellement réalisable.
De plus, dans l'optique d'un rôle métropolitain affiché par l'ancien bassin minier avec en point d'orgue le projet du Louvre-Lens, l'accessibilité Lens - Lille est primordiale et on peut penser à l'améliorer.
D'autres dysfonctionnements mériteraient que l'on s'y intéresse comme l'enclavement de Maubeuge, du Nord-Ouest de l'agglomération lilloise (Armentières, Comines), de Cambrai ou bien sûr de la Côte d'Opale. D'autre part, le manque de capillarité de la ligne Lille - Valenciennes - Jeumont escamote l'ensemble des polarités mineures et affaiblit l'inscription territoriale de ces réseaux, et donc leurs possibilités d'appropriation.

Ces problèmes dans le fonctionnement du territoire métropolitain nécessitent des solutions adaptées. Une relation plus rapide, ou du moins plus adaptée aux rythmes urbains doit être pensée entre Maubeuge, Cambrai, la Côte d'Opale d'une part et le reste du territoire de l'autre. Il en est de même pour le Lille - Comines et le Lille - Lens. D'autre part, le Valenciennes - Lille, satisfaisant sur le plan de l'accessibilité, peut être sujet à une hausse de capillarité qui est susceptible d'améliorer la capacité de cette ligne à favoriser l'appropriation. Enfin, les relations entre Valenciennes et le reste de l'ancien bassin minier doivent être facilitées, mais il est important qu'elles conservent une capillarité intéressante afin d'assurer un continuum dense dans cette entité métropolitaine. Il y a deux manières de concevoir ces préconisations. D'un côté, on peut penser qu'il s'agit uniquement de sélectionner des relations déficientes et d'y améliorer le service de transport. C'est une démarche classique en aménagement du territoire qui possède l'avantage de la simplicité et de la logique. Les

réflexions tissées au long de ce travail, et qui seront plus clairement explicitées dans le chapitre suivant, incitent à un point de vue légèrement différent. En effet, les indicateurs mis en place permettent de différencier ces déficiences selon qu'elles sont caractérisées par un manque d'accessibilité, de capillarité ou des deux. Cette nuance a un impact sur les solutions proposées : l'amélioration du service ne doit pas être équivoque et au contraire servir des objectifs précis afin de replacer la relation dans une position satisfaisante sur l'échelle accessibilité-capillarité.
Quelle que soit la conception que l'on a de l'analyse et des préconisations qu'elle induit, il est certain que les réponses doivent être en adéquation avec les dysfonctionnements observés. Elles doivent aussi être en adéquation avec les réalités territoriales des espaces concernés.

La consultation de différents documents de planification ou de politique d'aménagement local fait bien ressortir d'une part la cohérence de l'ancien bassin minier, et de l'autre celle de l'Aire Métropolitaine de Lille, c'est-à-dire l'ensemble composé de l'agglomération centrale et de cet ancien bassin minier (Sinn, Vandermotten et Albrechts 2007). Les relations entre Valenciennes et Douai-Lens, entre Lille et Douai-Lens ou entre Lille et Valenciennes sont qualifiées de « relations fonctionnelles fortes » (CG Pas-de-Calais 2007). L'enjeu est donc réel dans ces deux cas. D'autre part, les relations entre le littoral de la Côte d'Opale et le reste de la région métropolitaine sont notées moins solidement. Le « réseau de villes littorales » est ainsi souvent exclu de l'Aire métropolitaine de Lille et les documents la présente comme un espace à part au sein de l'ensemble régional (CG Pas-de-Calais 2007, SRADT PACA 2005).
La césure spatiotemporelle s'accompagne donc d'une réelle césure institutionnelle et territoriale. La « région métropolitaine Flandre - Côte d'Opale - Flandre Occidentale » a ainsi répondu à l'appel à la coopération métropolitaine lancé par la DATAR en son nom propre AGUR 2005). Ce projet rassemble le SMCO (Syndicat Mixte de la Côte d'Opale), les Pays « Moulins des Flandre » et « Cœur de Flandre », ainsi que la province belge de Flandre Occidentale. L'espace construit recouvre l'ensemble du littoral de Berck-sur-Mer à Bruges, l'Audomarois, la Vallée de la Lys et les arrondissements d'Ieper, Roeselare et Courtrai dans un schéma qui se veut polycentrique comme le montre la figure VIII.1.

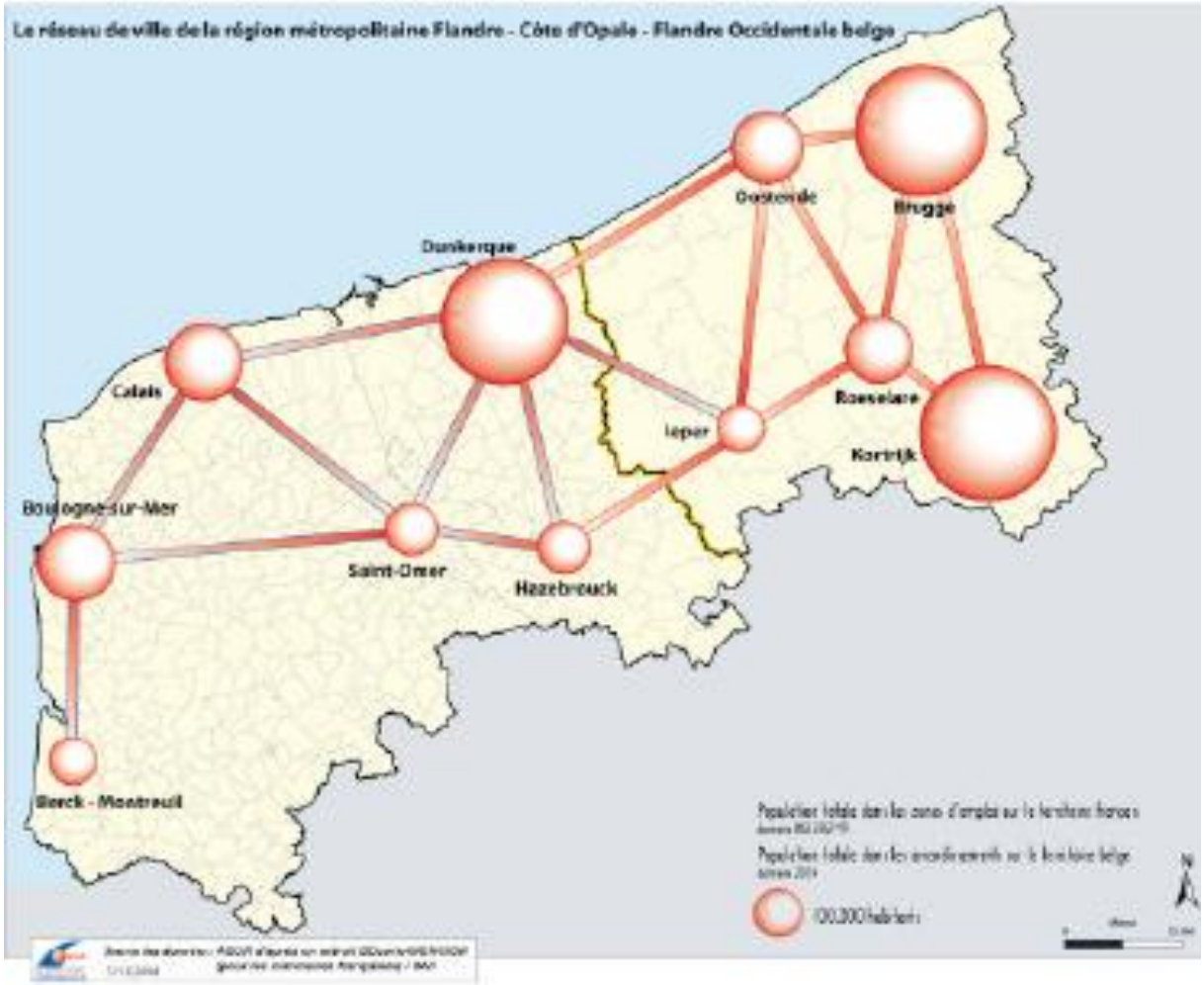


Figure VIII- 1 : Le réseau de ville de la Côte d'Opale (Réponse à l'appel à coopération métropolitaine région Flandre – Côte d'Opale – Flandre Occidentale Belge 2005)

La proposition insiste beaucoup sur l'existence d'un « territoire cohérent et pertinent au regard du rayonnement métropolitain » (AGUR 2005 page 21). Cette cohérence vient de la façade maritime qui confère aux territoires une histoire et une culture commune. En effet, les paysages, contraintes naturelles, potentiels touristiques et activités sont fortement liés à la mer. D'ailleurs, les problématiques communes ont donné naissance à une mobilisation des acteurs de type métropolitain. La gestion d'opérations aussi diverses que la standardisation des ports de plaisance, l'organisation des Jeux Universitaires en 2000 ou encore la construction de l'Université du Littoral Côte d'Opale a ainsi été dirigée par le SMCO qui apparaît comme l'acteur institutionnel cohérent du littoral Côte d'Opale. Cette entité, notamment autour de son président Michel Delebarre, a su fédérer avec elle différents acteurs et porte le rapprochement avec les Pays de la vallée de la Lys et les institutions belges (AGUR 2005).

La cohérence de cet espace, qui se veut région métropolitaine, atténue les difficultés d'accessibilité avec le reste de la région Nord-Pas-de-Calais. S'il est indispensable de posséder un accès rapide vers Lille (ce qui est le cas) et une cohérence interne (on peut questionner les relations Boulogne - Dunkerque ou littoral - Saint-Omer, le schéma régional des transports prônant quant à lui la construction d'un « véritable service TER du littoral »

(SRT NPdC 2006 page 19), les relations entre la Côte d'Opale et les parties sud de la région ne constituent pas des priorités de construction du territoire.

Outre ces considérations territoriales, un autre élément va nous permettre de sélectionner les simulations que nous allons effectuer. Ce sont les projets réalisés ou en cours. En effet, depuis 2007 et jusqu'à la date de prise de décision des simulations (2009), quelques modifications ont touché les réseaux de transport collectif. De plus, des projets actés ou en voie d'acceptation peuvent venir rétablir une situation menacée par un dysfonctionnement. Il nous semblait d'un intérêt limité de modéliser ces modifications. Tout l'intérêt de la démarche repose sur le fait que l'analyse permet de repérer des dysfonctionnements sur la simple base des possibilités de structuration territoriale, sans coller aux politiques et stratégies territoriales. Le principal élément qui permet au travail de se raccrocher aux politiques locales est la sélection des sites métropolitains. Il est certes rassurant que les contraintes relevées aient fait l'objet d'une amélioration par les autorités compétentes. Les simuler équivaudrait soit à subitement adopter une attitude de prospective territoriale guidée par les volontés des décideurs, soit à faire fi de toute connaissance du territoire pour simuler des projets qui sont peut-être déjà réalisés. Il semble plus instructif dans le cadre de la thèse de simuler des aménagements qui peuvent éventuellement exister à l'état de projet mais surtout qui répondent bien aux problèmes soulevés dans l'analyse quantitative.
Cette précision apportée, il est temps de faire le point sur les cas pour lesquels le contexte de projets et de réalisations rend peu utile une simulation.

Les gares du Hainaut souffrent d'un enclavement connu dans la région Nord-Pas-de-Calais. Alors que les situations de Cambrai et Maubeuge ont été mises en relief, les gares de Jeumont, Aulnoye, Fourmies et Busigny entre autres connaissent les mêmes contraintes.
Le SRT propose l'amélioration des relations Douai - Cambrai et Orchies - Cambrai et surtout la création d'une ligne nouvelle entre Cambrai et Arras, permettant de raccorder plus efficacement le pôle périphérique au réseau régional (SRT NPdC 2006). Concernant l'Avesnois, le même document propose une relation à grande vitesse de type TER-GV Lille - Fourmies. L'idée repose sur la création d'une nouvelle ligne, l'existante étant à la fois lente et saturée par la mixité voyageurs/fret[21]. Cette longue ligne permettrait une desserte plus rapide d'Aulnoye-Aymeries vers Lille et par extension un gain d'accessibilité de Maubeuge. Cependant, ce projet qui intègre une boucle d'essais ferroviaires se heurte aux associations et élus du Quercitain en raison des nuisances possibles pour un désenclavement jugé comme anticipé au regard des autres carences de la région[22]. D'autre part, la ligne Lille - Jeumont - Hirson a fait l'objet d'une analyse d'accessibilité horaire après son cadencement en 1999 (Menerault et L'Hostis 2000). Les simulations effectuées montraient qu'une légère modification des horaires (déplacement de quelques minutes d'un train ou d'un bus) permettait d'améliorer considérablement l'accessibilité vers des fonctions du Valenciennois par exemple. La simulation d'un nouveau service largement inspiré de celui de 1999

[21] La *Voix du Nord* du 20 Mars 2007
[22] *Idem* 21

perfectionne la desserte sans la dénaturer (la capillarité était implicitement prise en compte mais pas mesurée). Même si les horaires ont quelque peu changé depuis 1999, refaire le même travail sur le même espace n'apportait pas d'intérêt particulier. La modélisation du TER-GV Lille - Fourmies n'a pas non plus été effectuée, pas plus que l'Arras - Cambrai. Nous avons voulu concentrer l'effort sur la structuration métropolitaine et les relations de, vers et entre des lieux métropolitains.

Le second cas concerne les espaces situés au Nord-Ouest de l'agglomération lilloise, notamment Armentières et Comines. La mauvaise accessibilité est beaucoup moins reconnue que pour l'Avesnois. Le Schéma Directeur de Lille-Métropole (LMCU 2002) prévoit tout de même un renforcement du service TER pour la ligne Lille - Armentières - Hazebrouck et le place comme une priorité des relations TER à l'échelle de la communauté urbaine. Cependant, à cette échelle, d'autres modes de transport peuvent être mobilisés. En particulier, le même document évoque plusieurs projets de tram-train dont un Lille - Saint André lez Lille - Armentières et un Lille - Saint André lez Lille - Comines. Cette solution aurait l'avantage de réutiliser les voies existantes vers Comines au moins. Le vice-président de la LMCU, Marc-Philippe Daubresse, plaidait d'ailleurs publiquement pour un tram-train Lille - Comines[23]. Toutefois, un autre mode de transport paraît déjà assurer à l'heure actuelle une desserte de ces espaces faiblement accessibles en train. En effet, depuis le 28 janvier 2008, le service LIANE joint Comines à Ronchin en passant par Lille. Il s'agit d'un bus à haut niveau de service, ce qui signifie une amplitude (6 h00 - 21h20) et une fréquence (1 bus toutes les 6 minutes) qui rapproche le service du métro. Des aménagements de la voirie urbaine et des investissements en matériel permettent de proposer un service proche du métro. La LIANE assure par sa fréquence et sa capacité une relation Lille - Comines qui peut sembler satisfaisante. De plus, la correspondance entre la LIANE et *De Lijn*, le réseau de bus belges, est possible six fois par jour à Comines pour rejoindre Ypres. Étant donné ce nouveau service, apparenté au « métro de surface » de Curitiba et susceptible de s'améliorer, la nécessité de simuler une nouvelle infrastructure sur la relation Lille - Comines s'amenuise. Il en est de même pour les relations Lille - Armentières ou même plus exactement Lille - Houpline, qui sont perfectibles en bus avant de penser à construire de nouvelles infrastructures.

A ce stade, l'objet des simulations s'est réduit à trois problématiques : la transversalité, les relations Lille - Lens et la capillarité de la ligne Lille - Orchies - Valenciennes. Ces sujets fertiles donnent lieu à de nombreuses propositions, allant du renforcement du TER aux projets de tram-train divers et variés. Notre proposition est guidée par une volonté d'économiser les aménagements. En effet, bien que concentrés sur les aspects rétistiques et territoriaux, nous ne pouvons évacuer tout à fait les importantes considérations financières. L'esprit est donc de proposer des améliorations tangibles, fidèles aux préceptes énoncés jusqu'alors et restant dans des dimensions plausibles quant aux investissements.

[23] La *Voix du Nord* du 7 Février 2008

Pour le Nord-Pas-de-Calais, deux simulations ont été effectuées. La première concerne une modification profonde des horaires des lignes Béthune - Lens - Douai - Valenciennes. En effet, il n'existe que peu de relations transversales et aucune n'intègre l'ensemble de l'ancien bassin minier. Les raisons en sont multiples. L'absence de structure institutionnelle cohérente à l'échelle de l'ancien bassin minier est certainement un argument valable. Au-delà on peut évoquer l' « *existence d'une conurbation peu dense et peu hiérarchisée, avec des villes manquant de poids historique et culturel, héritage du passé minier* » (Sinn, Vandermotten et Albrechts 2007 page 47). En effet, si l'Arc Sud peine à se positionner comme un complément à l'agglomération lilloise, c'est en grande partie dû à son passé minier, qui n'a pas favorisé l'établissement de centralités urbaines fortes. La localisation des sites métropolitains sélectionnés nous a cependant amené à penser que la hiérarchisation était nécessaire. Nous avons donc choisi de hiérarchiser en retour les relations ferroviaires vers une facilitation des relations transversales, en privilégiant les relations entre les quatre pôles Béthune, Lens, Douai et Valenciennes.

La seconde simulation porte sur un projet de tram-train transversal de Béthune à Orchies. Les projets de tram-train fleurissent véritablement chez les décideurs du Nord-Pas-de-Calais : le schéma directeur projette en plus les projets déjà évoqués des lignes reliant Lille à Baisieux, La Bassée, Ostricourt ou Orchies. Au niveau régional, les élus et notamment le vice-président du Conseil Régional en charge des transports, Dominique Plancke, évoquent aussi bien des tracés lillois que dans l'ancien bassin minier[24]. Malgré l'omniprésence du débat sur le tram-train depuis plusieurs années, aucun projet n'a été arrêté, en raison de difficultés organisationnelles, financières et peut-être d'un blocage des mentalités, selon Dominique Plancke[25]. Si le tram-train a le vent en poupe, c'est parce qu'il constitue une innovation particulièrement adaptée aux déplacements urbains et métropolitains. En effet, ce matériel récent peut circuler sur des chemins de fer classiques mais aussi sur des rails urbains, dans les zones denses des agglomérations. Cela permet de régler l'épineux problème des connexions entre transport régional et transport urbain, puisque le même véhicule assure dans ce cas les deux types de desserte. Le tram-train s'apparente ainsi aux *S-Bahn* et *O-Bahn* dans la mise en place d'innovations pour régler les problèmes de connexions aux bornes des agglomérations denses (voir à ce sujet Amar 2004 et Cervero 1998).
Cette prouesse est rendue possible par le perfectionnement du matériel roulant vers la construction de véhicules possédant des caractéristiques uniques. En particulier, les performances en termes d'accélération/freinage permettent une desserte beaucoup plus fine que le train classique sans perte de vitesse (Menerault, Barré, Conesa, L'Hostis, Pucci et Stransky 2006). Le tram-train est typique de Karlsruhe où son efficacité dans la desserte d'une zone dense en a fait un mode reconnu comme adapté au périurbain. Ce succès et l'image de marque moderne que véhicule le tram-train n'ont pourtant pas suffi à faire éclore pour l'instant en France un projet de tram-train circulant sur une infrastructure ferroviaire et

[24] La *Voix du Nord* du 10 Mars 2007
[25] *Idem* 24

une infrastructure de tramway. Le tram-train arrivant à Sarreguemines est d'initiative allemande, en périphérie du réseau de Sarrebruck.
L'idée est donc de concrétiser de manière précise ces aspirations dans un projet de tram-train transversal qui relaie la restructuration du service TER. Les hypothèses de travail sont les suivantes :
- La restructuration des horaires va améliorer l'accessibilité de la relation Lens - Valenciennes.
- L'amélioration du service Lens - Béthune, liée à la connexion au tram-train à Béthune, va améliorer le service de Lille vers le bassin minier.
- La mise en place d'un service de type tram-train entre Lille et Orchies va permettre d'améliorer la capillarité du Lille - Valenciennes.

VIII.1.2 Simulation d'un nouveau service de transport en environnement métropolitain

Les deux simulations effectuées se placent dans un registre de modification d'un service de transport, cependant **elles ne nécessitent pas la création d'une nouvelle infrastructure**. Cela signifie que l'on prend en compte dans la simulation les contraintes posées par le **réseau existant**, sans ajout de voie supplémentaire. Alors que les contraintes sont fortes et les possibilités de modification réduites, cette politique est bien dans l'esprit du travail : malgré des dysfonctionnements la région Nord-Pas-de-Calais possède un potentiel de structuration métropolitaine et nous avons voulu montrer que quelques réajustements permettaient à moindre frais de remédier (les résultats nous dirons dans quelles proportions) à ces carences.

Bien que légers à l'échelle de l'ensemble du service TC régional, ces modifications constituent bien des **simulations d'un nouveau service de transport** et non des ajustements à la marge comme les travaux évoqués précédemment (Menerault et L'Hostis 2000). Cela signifie non seulement une différence d'ampleur dans les modifications mais surtout une démarche différente. Il est question ici de partir d'une feuille blanche pour créer le service horaire voulu, puis de le confronter à l'existant pour savoir quelles missions existantes peuvent éventuellement être conservées.

La simulation *ex nihilo* d'un service de transport est soumise à plusieurs règles et différentes étapes. Concrètement, les exploitants recensent trois étapes entre la sélection d'une politique de transport et la publication de la grille des services (CERTU 1995) :
- Le *graphicage* consiste en la définition des services sur chaque ligne du réseau. Sont déterminés à ce moment là l'heure de passage à chaque arrêt et les temps théoriques de régulation aux terminus, dont découlent le nombre de véhicules nécessaires et le nombre théorique d'heures de conduite à couvrir sur chaque ligne.
- Le graphicage précède ainsi la définition des heures de travail à effectuer sur chaque ligne qui s'appelle l'*habillage*. Cette opération s'assimile plus à une gestion humaine, avec l'évaluation des heures qui seront effectuées par chaque conducteur en prenant en compte les règles sociales, etc.

- Après la gestion de conducteurs, c'est l'attribution des services des véhicules qui est opérée, ce que l'on appelle la *gestion de la flotte* ferroviaire.
Notre travail s'arrête à la première étape, c'est-à-dire le graphicage. Il s'agit en effet de proposer un service de transport collectif en prenant en compte toutes les contraintes spatiales et temporelles mais pas les contraintes juridiques ou humaines.

Le graphicage consiste en grande partie à définir un horaire de passage ou d'arrêt dans des gares. Il est donc à la fois question de politique de desserte et de positionnement horaire. Pour ce faire, plusieurs éléments sont à prendre en compte (Barnagaud 2002) :
- la vitesse du matériel roulant ainsi que de la ligne d'exploitation ;
- le temps de la séquence d'arrêt, qui dépend des vitesses de décélération et d'accélération du véhicule sur la voie ;
- le temps pour le mécanicien d'observer le signal ;
- la longueur du train.
Tous ces éléments permettent de définir l'espacement minimal entre deux trains dans le même sens sans que celui qui suit ne soit gêné dans sa progression ou au moment de son arrêt en gare. Par exemple, pour un réseau TER régi par le signal BAL (Block Automatique Lumineux) qui nécessite 35 ou 40 secondes pour être vu par le mécanicien, on considère que des trains de moins de 200 mètres de long, pouvant rouler à 160 km/h et possédant des séquences d'arrêt inférieures à 2 000 mètres, peuvent être espacés de 3 minutes au minimum. La signalisation TVM (Transmission Voie Machine), en cours par exemple sur la ligne à grande vitesse atlantique, nécessite 4 minutes. Néanmoins, l'ensemble des graphiques, à grande vitesse ou non, créé à l'heure actuelle repose sur des caractéristiques qui permettent d'atteindre les trois minutes d'espacement minimum (tout le paragraphe : Barnagaud 2002). Nous retiendrons donc cette limite pour nos conceptions.

A partir de ce minimum, la construction d'un graphique doit être guidée par une volonté de **robustesse**. Cela signifie d'un côté la fiabilité dans l'intégration des contraintes du matériel et de l'infrastructure et de l'autre la souplesse dans l'exploitation, qui se matérialise par des respirations permettant des marges de manœuvre d'autant plus importantes (Barnagaud 2002). Le graphicage peut être automatisé à partir des définitions de politiques de desserte (fondées par exemple sur la taille des villes) et des contraintes infrastructurelles et matérielles. L'application T-Trans développée à Montpellier sous le SIG ArcGis 8.3 a permis par exemple de simuler une nouvelle offre de service au niveau régional pour le Languedoc-Roussillon (Chapelon, Baptiste, Coquio, Jouvaud, L'Hostis, Mende et Ramora 2005).
Dans notre cas, une seule ligne est modifiée ou créée et le graphique a été construit manuellement mais dans une démarche automatique. Cela signifie qu'une fois les services définis pour un laps de temps spécifique (2 heures en heures pleines et 2 heures en heures creuses par exemple), celui-ci a été reproduit sur toute la journée puis confronté aux contraintes et éventuellement modifié.

La politique de graphicage possède deux tenants :

-la stratégie de desserte qui est de nature **géographique** : **quels lieux dessert-on ?**
-le positionnement horaire qui est de nature **temporel** : **à quelle fréquence ?**
Il est évident que les deux tenants sont connectés et quasi concomitants, mais pour des facilités de présentation il convient de les exposer successivement.

La stratégie de desserte est définie par l'importance que l'on accorde à chacune des gares de la ligne. Cela va définir le nombre de fois qu'une gare est desservie dans un laps de temps de base et la vitesse de connexion entre les gares importantes (plus il y a d'arrêts plus cette vitesse est réduite). Ce travail va engendrer la création des missions, parmi lesquelles on peut distinguer le direct, l'omnibus et le semi-direct. Il est à noter aussi que le terminus géographique de la ligne n'est pas forcément le terminus fonctionnel de toutes les missions. Une bonne partie des Lille - Valenciennes - Jeumont ne vont jamais jusqu'à Jeumont par exemple.

Une fois la hiérarchie des gares établie, il est nécessaire de remplir le graphique, c'est-à-dire de positionner les missions à l'intérieur de la grille horaire. Sur une base d'un espacement minimum de trois minutes tout est permis ou presque, mais un système de construction de services horaires attire particulièrement notre attention : c'est le **cadencement**.
Le cadencement est non seulement une manière d'optimiser l'exploitation des sillons ferroviaires mais aussi un service particulièrement performant offert aux usagers. Le cadencement repose sur deux concepts : la répétitivité et la symétrie (Sallèles 2004).

La **répétitivité** signifie la reproduction des mêmes circulations, donc de missions identiques, à intervalles réguliers (30 minutes, une heure etc.). Cela n'empêche pas l'intégration d'une mission supplémentaire intermédiaire en HP par exemple. Cette répétitivité nécessite une standardisation des temps de parcours, des temps d'arrêts et des politiques d'arrêts car elle implique le nombre identique de missions similaires dans les deux sens (Sallèles 2004).
La **symétrie** repose sur l'existence d'un point moyen entre l'heure de départ et l'heure d'arrivée en sens inverse ou bien entre les heures d'arrivée et de départ des deux missions qui se croisent (Sallèles 2004). Par exemple, un point moyen à H15 (07h15, 08h15, 09h15 etc.) signifie que tous les trains arrivent en gare à H00 et repartent à H30, quelle que soit leur direction. Cela permet à l'usager de prendre n'importe quel train dans n'importe quelle direction à n'importe quelle heure et dans n'importe quelle gare.
Enfin, pour veiller à posséder une marge de manœuvre en cas de retard ou d'incident et laisser la place pour le fret et la maintenance, le taux de remplissage du graphique est fixé à 75 %.

Le système horaire cadencé présente de nombreux avantages en termes d'efficacité de l'exploitation avec des gains de productivité du matériel et du personnel, une meilleure capacité de gestion des situations perturbées et une hausse de la capacité du réseau estimée à 20 % (Sallèles 2004).
C'est aussi un service de qualité car il facilite grandement les correspondances avec en particulier la possibilité réelle de faire demi-tour à n'importe quelle étape du trajet. De plus sa

clarté et sa lisibilité rend presque obsolète la fiche horaire à destination de l'usager (il suffit de retenir le point de symétrie).

Plusieurs pays européens ont adopté, soit complètement (Suisse, Belgique), soit partiellement (Pays-Bas, Allemagne), le cadencement dans les services ferroviaires. En France, il apparaît que la géographie macrocéphale, les politiques de maintenance et l'ampleur du travail à effectuer suffisent à dissuader la SNCF de mener une politique nationale de cadencement (Sallèles 2004) et seules quelques relations à grande vitesse vers Paris sont cadencées (Paris - Lille, Paris - Lyon…). Néanmoins, des initiatives locales ont vu le jour.

Alors que les contraintes des infrastructures locales et des services existants ne nous permettent pas de simuler une offre cadencée, celle-là nous a beaucoup inspiré notamment en termes de répétitivité. Ainsi, la définition de trois ou quatre missions suffit à remplir le graphique, par duplication de ces missions aux heures suivantes, en conservant les minutes d'arrivée (une mission identique partira par exemple à 6h15, 8h15, 10h15 etc.). La lisibilité est ainsi améliorée.

Enfin, les missions créées se heurtent aux contraintes spatiales des infrastructures, en particulier les risques de cisaillement, qui sont perceptibles sur le graphe dans MapNod. La dernière étape avant la création du graphe est la confrontation avec les services existants. En effet, comme nous raisonnons à réseau constant, nous considérons que les lignes ne contiennent qu'une seule voie. L'espacement de trois minutes doit être respecté entre les missions nouvelles et les missions existantes et les circulations respectent la loi FIFO (*First In First Out*) qui signifie que les dépassements sont impossibles, y compris entre express et omnibus.
Avant de passer à la description de la constitution des services proprement dite, signalons que si précise et rigoureuse que soit notre méthode**, le travail reste théorique et ne constitue pas un schéma d'exploitation d'un service de transport**. L'intérêt est certes opérationnel mais la simulation défend et sert une construction scientifique et analytique, et non pas une exploitation commerciale. Certains détails des lignes locales ont ainsi pu nous échapper sans que cela remette en cause l'intérêt du travail.

Pour la restructuration des horaires des trains de l'ancien bassin minier, l'objectif était de suggérer une meilleure transversalité. Pour cela, il nous a paru nécessaire d'apporter de la hiérarchie dans les relations ferroviaires de cet espace autour des quatre pôles que sont Béthune, Douai, Lens et Valenciennes, ainsi que de la cohérence en proposant un service direct reliant les quatre polarités dans la même mission. En fait, étant donnée la densité déjà existante des liaisons ferroviaires dans cet espace, cette restructuration s'est résumée en **la création d'une mission-type Béthune - Lens - Douai - Valenciennes**. La construction de cette mission a consisté en l'addition des différentes missions intermédiaires (Douai - Lens, Lens - Béthune et Valenciennes - Douai) en respectant les distances de parcours et les temps d'arrêts. Les temps d'arrêts dans les quatre gares principales reprennent ceux des missions

radiales, révélatrices des caractéristiques techniques des gares. La figure VIII-2 représente le service créé.

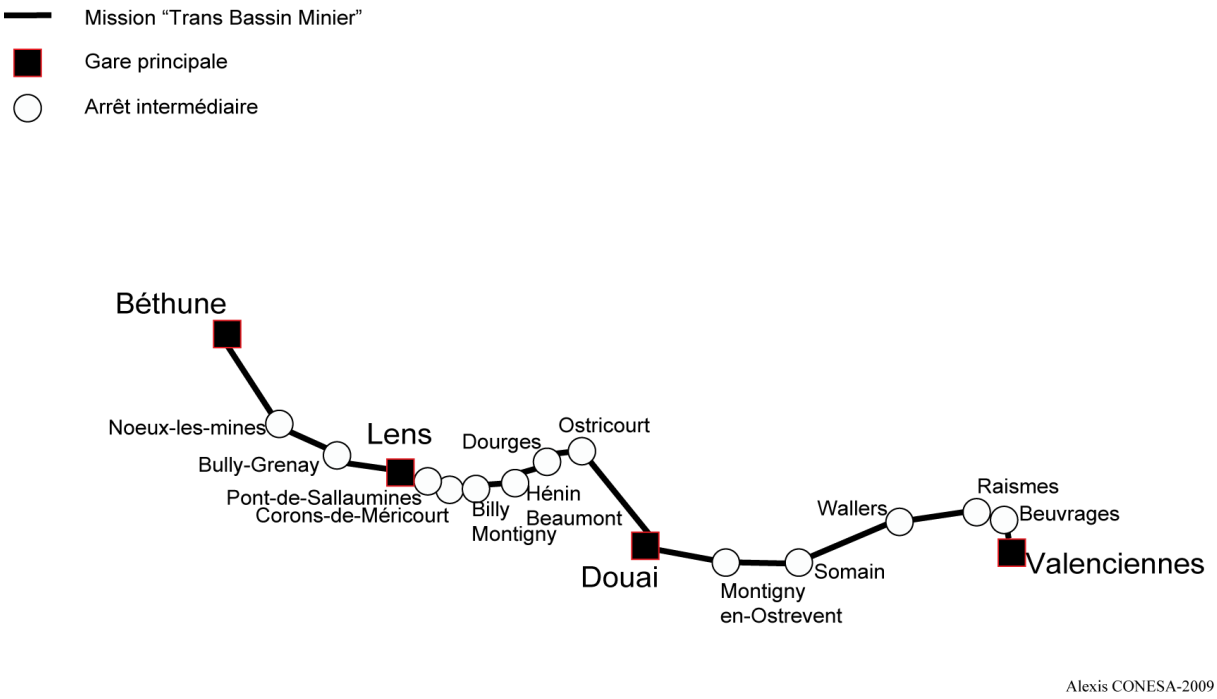


Figure VIII- 2 : Simulation d'un service transversal : la mission "Trans Bassin Minier"

Le trajet entier entre Béthune et Valenciennes dure 1h30, sans changer les vitesses et les temporalités existantes. L’objectif était de créer quatre relations dans chaque sens à raison de deux dans l’heure de pointe du matin et deux dans l’heure de pointe du soir. Notons bien qu’il aurait été facile de positionner ces nouveaux trajets exactement de la bonne manière pour qu’ils aient un impact maximum sur nos indicateurs. L’objectif est davantage de fournir un vrai service cohérent sur la journée que de créer des résultats artificiels. Cette remarque vaut pour toutes les simulations. Dans le cas du « Trans Bassin Minier », nous avons complété des missions intermédiaires (Béthune - Lens, Douai - Valenciennes etc.) sans modifier les horaires de base.

La dernière étape consiste en la confrontation de ces huit missions à la grille horaire 2007. Il est apparu beaucoup de conflits dans l’usage des sillons. De plus, le parti pris de non doublement renforce ces contraintes fortes. Les relations à grande vitesse sont très consommatrices en sillons et la mise en place d’un tel aménagement nécessiterait sans doute une voie supplémentaire. Quoi qu’il en soit, nous sommes restés fidèles à notre politique et à l’espacement des trois minutes. Les croisements entre les trains ont aussi été respectés.
Un arbitrage a donc été nécessaire entre les missions existantes et les missions créées. La mission nouvelle « Trans Bassin Minier » a été privilégiée sauf dans un cas. En effet, cette mission (un Valenciennes - Béthune le soir) n’assurait pas un certain nombre de correspondances existantes vers d’autres directions (Lille en particulier). On a jugé que ces correspondances étaient plus importantes que la vitesse dans le Valenciennes - Béthune.

Sept missions nouvelles ont donc été ajoutées alors qu'un certain nombre a été supprimé. Le service Béthune - Valenciennes est représenté sur le graphique VIII-3 et le Valenciennes - Béthune sur le graphique VIII-4.

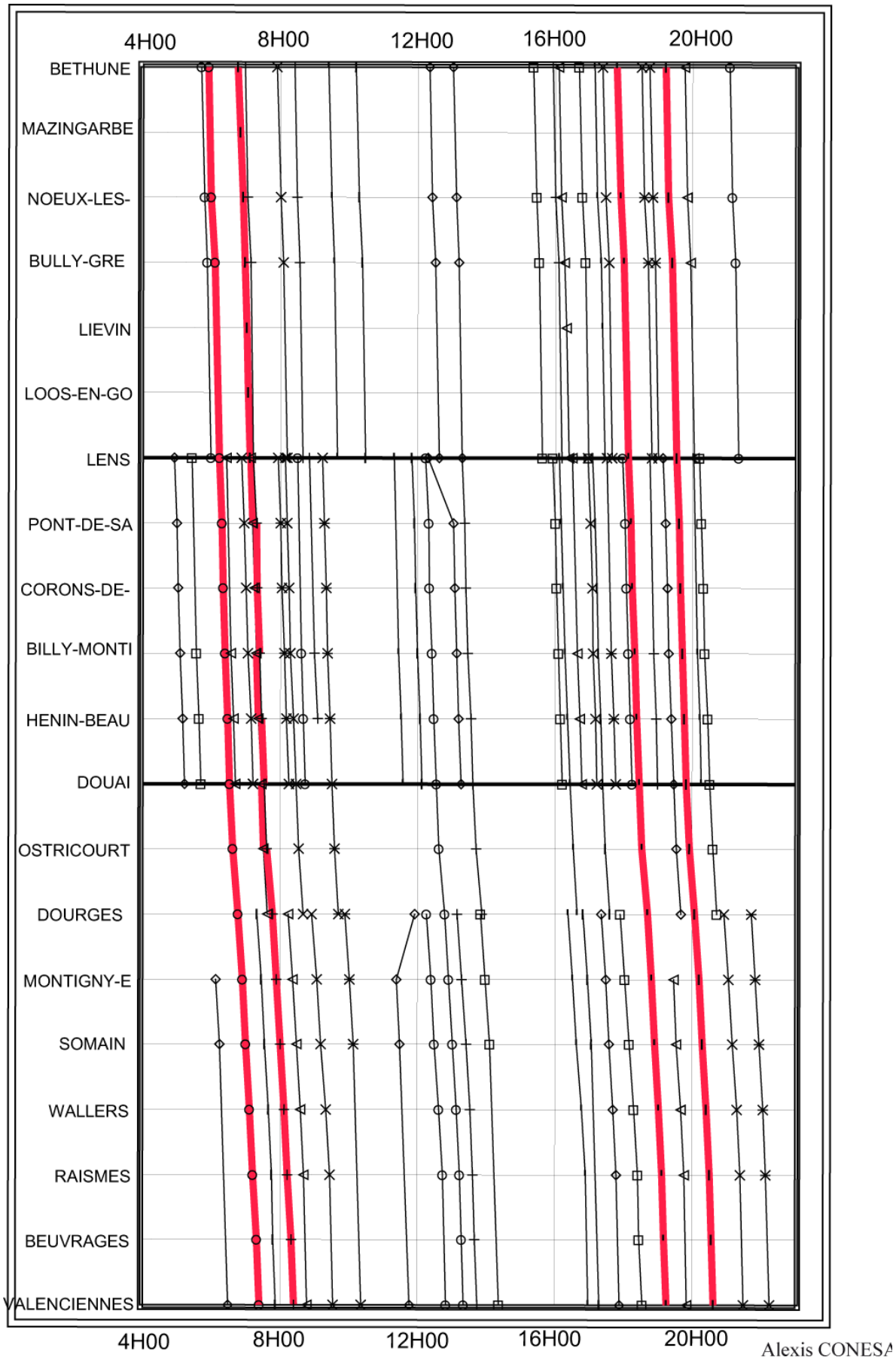


Figure VIII- 3 : Le nouveau graphique pour les relations ferroviaires Béthune - Valenciennes

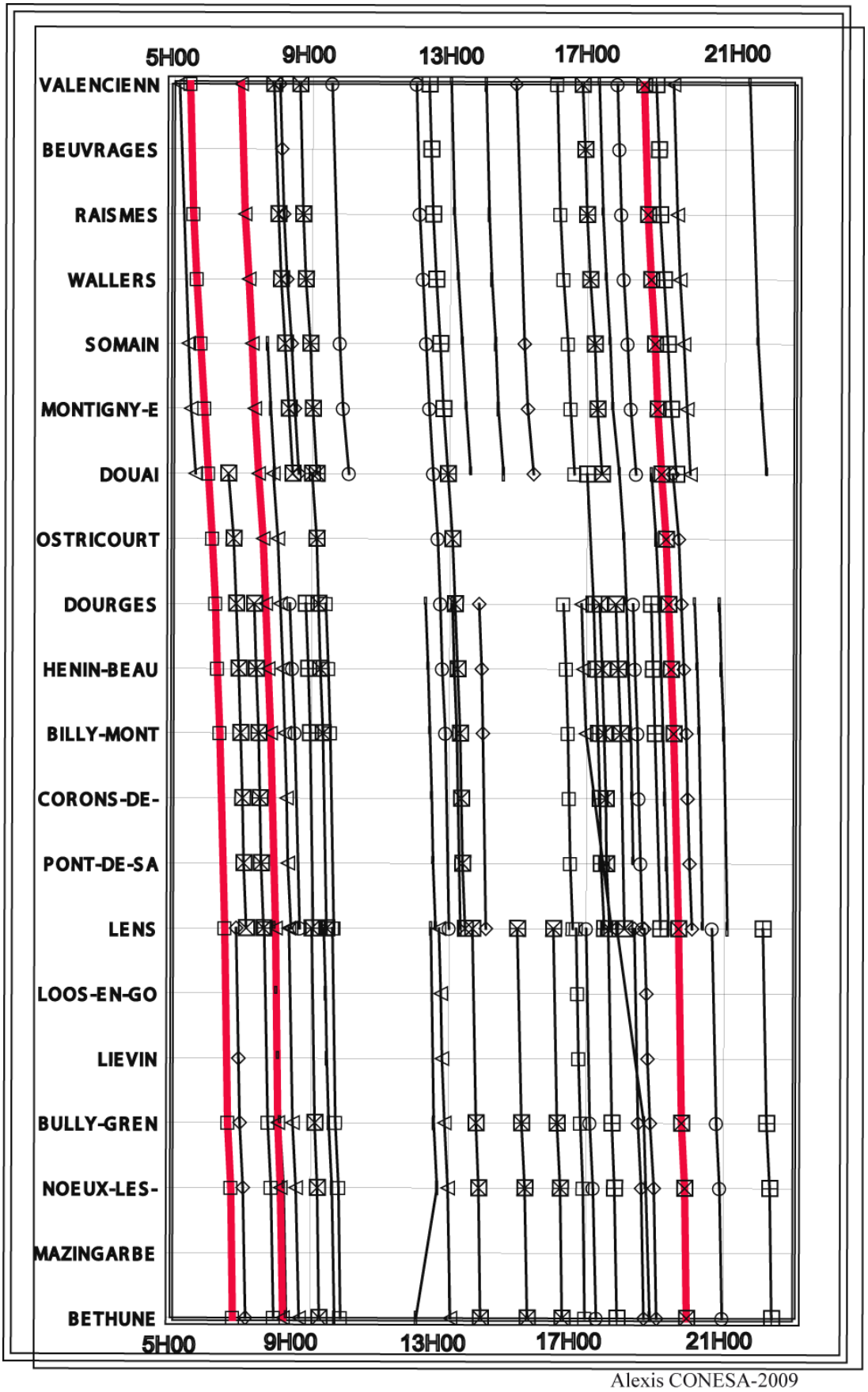


Figure VIII- 4 : Le graphique simulé pour les relations ferroviaires Valenciennes - Béthune

(Les missions simulées et ajoutées figurent en rouge sur les deux graphiques)

La seconde simulation concerne le tram-train transversal de Béthune à Orchies ou à Ascq. Cette proposition reprend l'ensemble des bases du travail déjà effectué sur le tram-train dans la métropole lilloise (Menerault, Barré, Conesa, L'Hostis, Pucci et Stransky 2006) tout en modifiant quelque peu les finalités et surtout en améliorant le réalisme de la modélisation.

Du point de vue du tracé de l'infrastructure, nous reprenons en partie l'option « *pôle d'échanges Tram-train/VAL* » développé dans le rapport précité. Le fondement de cette préconisation d'aménagement repose sur l'utilisation de la friche ferroviaire de Lille Saint-Sauveur, ancienne gare de marchandises aujourd'hui désaffectée. En plus de désengorger la gare centrale de Lille-Flandres, la restauration de cette emprise foncière constitue une opération d'urbanisme. Dans une politique de densification et de construction de la ville sur elle-même (la restauration des friches ferroviaires à des fins d'urbanisme des réseaux constituant d'ailleurs la matière de recherches en cours ou à venir, cf. le projet BahnVille 2 et les travaux de Thomas Leysens), des simulations de l'architecture de la gare ainsi que les services susceptibles de l'accompagner ont été modélisés aussi (voir Menerault, Barré, Conesa, L'Hostis, Pucci et Stransky 2006). L'opération saisit donc à plein les possibilités de construction territoriale offertes par les réseaux autour du couple nœud/lieu. Le lieu urbain de Saint-Sauveur est en effet censé redynamiser les quartiers sud en leur offrant une meilleure accessibilité et aussi en construisant de la ville par l'intermédiaire d'une densité de services urbains.
Les problématiques internes à la ville de Lille que les résultats ont souligné, sont donc traitées par cet aménagement qui vise entre autre à réduire les disparités entre les quartiers centraux et les quartiers sud. De plus, la connexion à Saint-Sauveur entre le tram-train et le VAL (création d'un nouvel arrêt de métro à Lille Saint-Sauveur sur la ligne 2) assure une correspondance en 11 minutes (2 minutes de marche à pieds entre la gare de tram-train et l'arrêt de VAL, 3 minutes de VAL jusqu'à l'arrêt Lille-Flandres et 6 minutes nécessaires pour rejoindre les quais de la gare) vers la gare Lille-Flandres et les trains classiques. Il s'agit donc d'une extension de la zone centrale à l'échelle de l'agglomération lilloise. L'insertion du tram-train dans la ville devrait être possible sur les grands boulevards et les larges zones désaffectées autour de Saint-Sauveur (pour plus de détail se reporter à Menerault, Barré, Conesa, L'Hostis, Pucci et Stransky 2006). En plus de la gare de Saint-Sauveur, le rôle de desserte urbaine du tram-train est matérialisé par la création de trois nouveaux arrêts : l'ancienne gare de Lille-Sud, permettant de réduire la coupure de l'autoroute qui isole les quartiers sud de Lille *intra muros* ; le parc Jean-Baptiste Lebas, proche de Saint-Sauveur et de plusieurs fonctions urbaines (Hôtel de Ville, Arts et Métiers…) ; et enfin le Petit Maroc, site à l'orée de la zone urbaine dense et à proximité de la zone industrielle du Hellu. Là encore, il convient de se reporter au rapport initial : Menerault, Barré, Conesa, L'Hostis, Pucci et Stransky 2006).
La figure VIII-5 représente le rôle urbain du tram-train et l'aménagement proposé. Il est à noter que contrairement à la proposition développée dans le rapport de 2006, la simulation ne

constitue pas une simple addition d'un nouveau service sur celui déjà existant mais bien d'un essai d'intégration de cet aménagement dans les logiques régionales. Le désengorgement de Lille-Flandres a ainsi été effectif avec un report de toutes les circulations reliées à Don-Sainghin sur Lille-Sud. Lille-Sud est donc à la fois une gare de tram-train et de TER, avec une connexion à Lille-Flandres en 8 minutes en train. En conséquence, les gares de Halte CHR et Lille-Porte-de-Douai ont été supprimées. La suppression de la Halte CHR se justifie par la desserte du CHR en VAL et la position de Lille-Sud qui ne rallonge le trajet que d'une dizaine de minutes (marche à pieds vers le métro puis VAL).

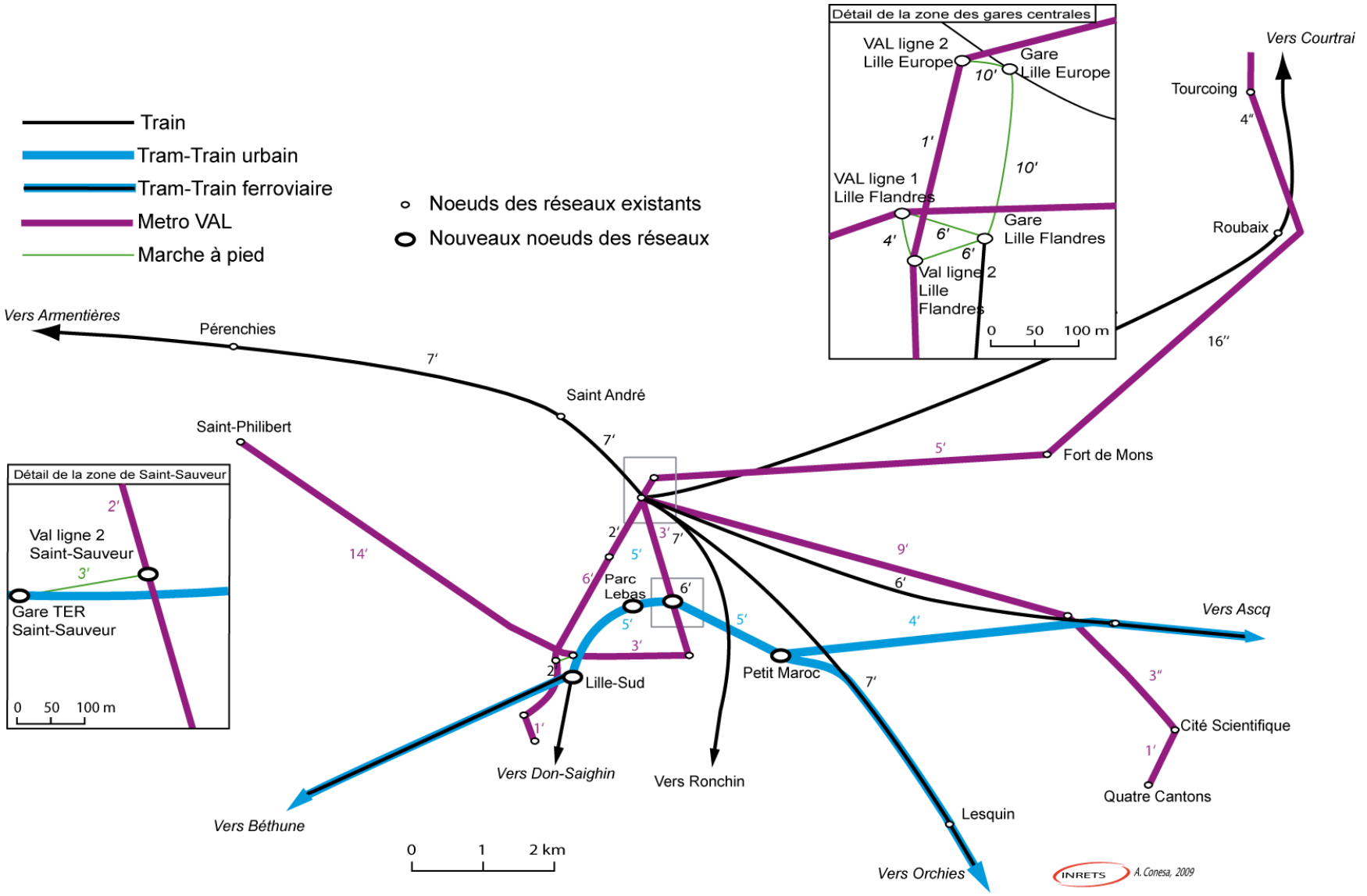


Figure VIII- 5 : Simulation des réseaux et des connexions dans l'agglomération lilloise

Autant que son rôle urbain, le tram-train a été sélectionné pour son rôle régional. Le tracé lie Béthune à Villeneuve d'Ascq et à Orchies dans un schéma en fourche avec Lille en son centre. L'aménagement initial proposé en 2006 incluait une branche vers Armentières mais comme évoqué précédemment la LIANE semble doublonner avec cette proposition. En revanche, nous avons conservé la branche vers Ascq car elle permet d'améliorer la capillarité de la partie orientale de la région et de remédier au dysfonctionnement révélé entre Ascq et la Haute-Borne (chapitre VII). L'intérêt est ainsi de conserver un nombre d'arrêts important fréquemment desservis tout en proposant quelques express d'ampleur régionale. La figure VIII-6 montre ce rôle de la proposition de tram-train.

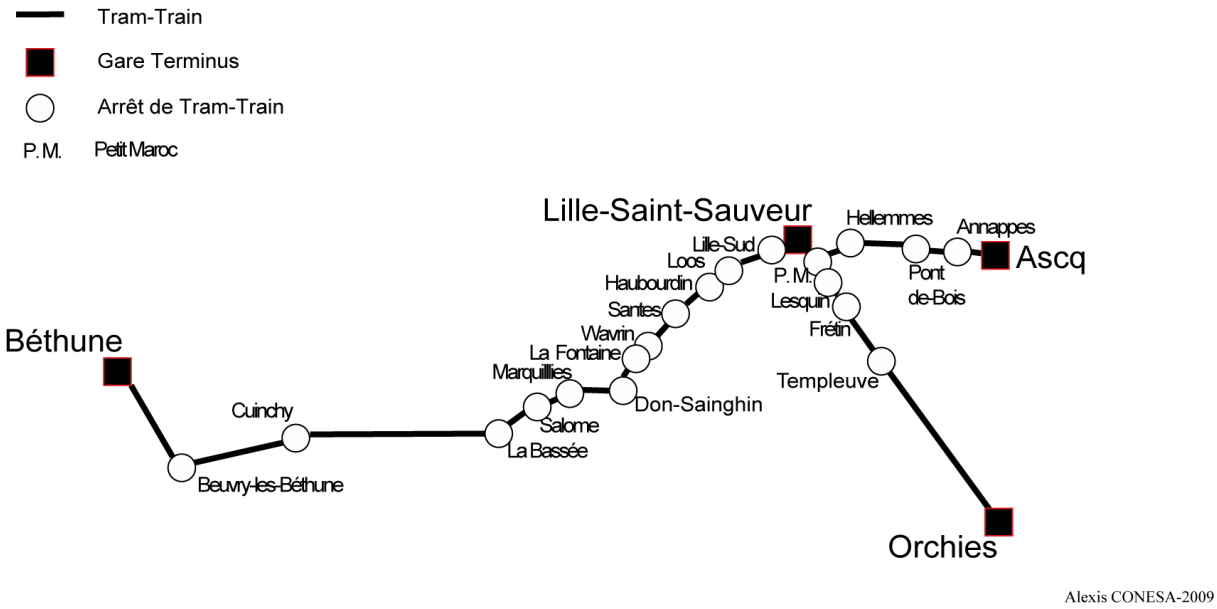


Figure VIII- 6 : Simulation d'une nouvelle infrastructure de transport : le tram-train

En ce qui concerne le positionnement horaire, les caractéristiques du tram-train ont été mises à profit afin de proposer un service d'une amplitude de 19 heures (5h30 - 00h30) et d'une fréquence allant jusqu'à un véhicule toutes les dix minutes en heure de pointe. De plus, à Béthune, Ascq et Orchies les horaires ont été construits pour assurer la meilleure connexion possible avec le TER respectivement vers Lens, Tournai et Valenciennes. Le Lille - Orchies présente deux services différents selon que la gare de Fretin est desservie ou pas. Le Béthune - Ascq propose des omnibus, des semi-directs (directs jusqu'à Lille) et des Béthune - Lille. Dans le sens inverse, on a des omnibus, un semi-direct à partir de Lille et un Ascq - Don-Sainghin.

Enfin, le service ainsi modélisé a été confronté au service de TER existant. À la manière du service précédent, nous avons considéré que le tram-train serait proposé sur la même infrastructure que le TER. Une grande partie des missions TER entre Lille et Ascq, Lille et Orchies et Lille et Béthune a ainsi été supprimée afin de respecter les trois minutes d'espacement entre les trains. Les correspondances ont été conservées autant que possibles et les Lille - Blandain directs ont été déplacés dans la grille horaire.

L’addition de l’infrastructure et du service donne un réseau de transport modélisable dans un *p*-graphe horaire sous MapNod comme expliqué dans le chapitre V.

VIII.1.3 Résultats

En préalable à la présentation des résultats proprement dits, il convient de rappeler

- d’une part, qu’aucun ajout d’infrastructure n’a été modélisé et qu’aucune ligne n’a été impactée en dehors du Béthune - Lens - Douai - Valenciennes.
- d'autre part, que les aménagements simulés répondent à des objectifs précis.

Dans un premier temps, il est donc normal de s’intéresser aux objectifs fixés.

La suggestion de la transversalité passe par une meilleure accessibilité de Lens à Valenciennes. La figure VIII-7 montre les variations de l’accessibilité pour une arrivée à neuf heures au Louvre-Lens. Bien que ce site soit touristique, l’investissement temporel qu’il demande peut justifier une arrivée à 9 heures. De plus, comme nous l’avons expliqué précédemment, ce calcul est en partie un prétexte pour analyser l’accessibilité à une zone et on peut penser que cette zone entre Lens et Liévin est une zone d’emploi, ce qui justifie une arrivée avant 9 heures.

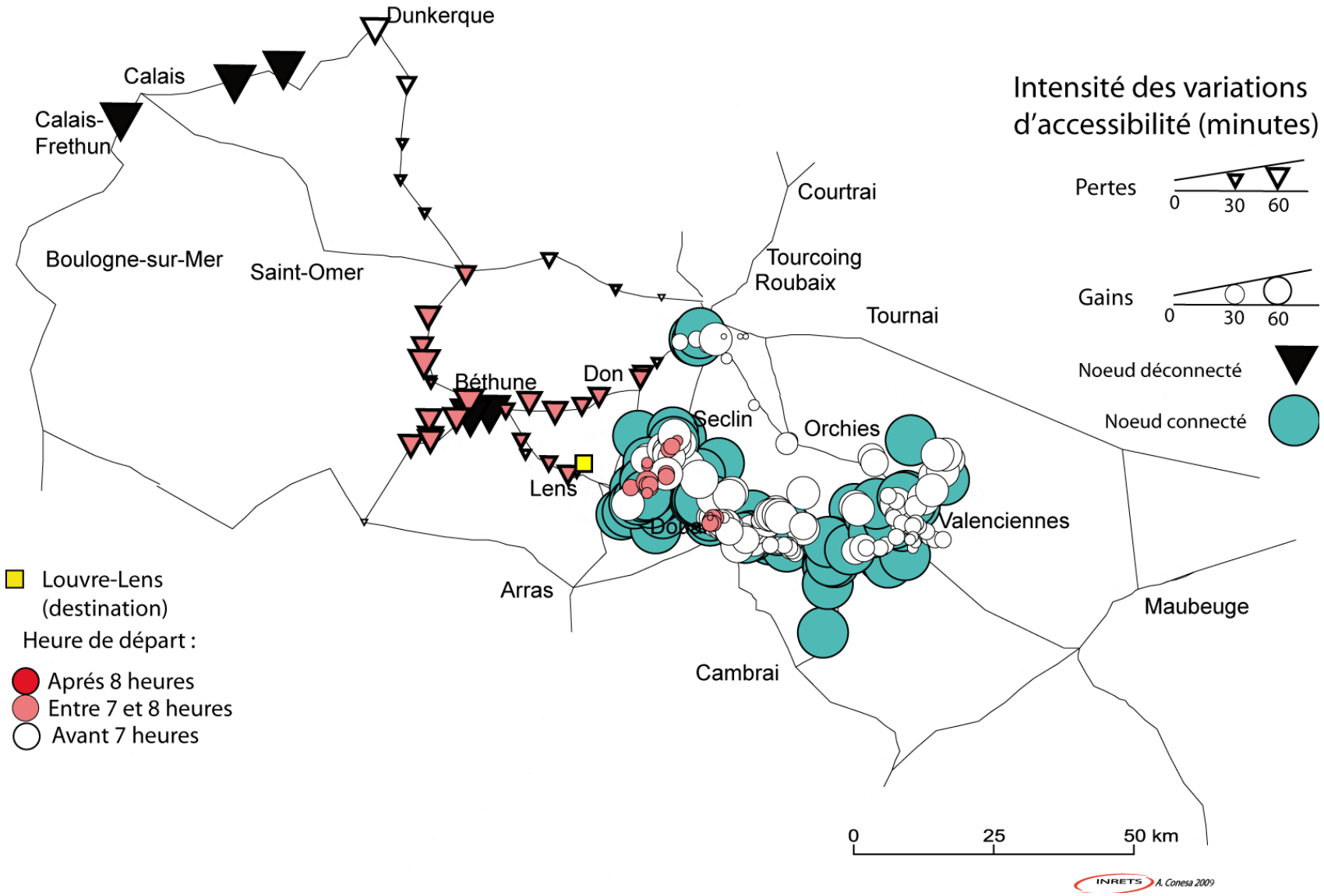


Figure VIII- 7 : Variations de l'accessibilité pour une arrivée à 9 heures au Louvre-Lens

Le bilan est en grande partie positif. En effet, une large zone de Valenciennes à Lens, à laquelle on peut ajouter la ligne entre Lille - Saint-Sauveur et Valenciennes et la ligne Lourches - Cambrai, a vu son accessibilité au Louvre-Lens s'améliorer considérablement. En particulier, un grand nombre de nœuds (gares et station de transport urbain) qui sont déconnectés dans la situation de 2007, c'est-à-dire qui n'ont pas accès au Louvre-Lens avant 9 heures en transport collectif, se connectent grâce aux aménagements des horaires dans l'ancien bassin minier. En plus de ces connexions, des gains d'accessibilité substantiels, de plus de 30 minutes et même parfois plus d'une heure sont réalisés. Ces gains sont propagés vers Lille grâce au tramway. Il convient cependant de tempérer ces éléments nettement positifs par le fait que la plupart des gains concernent des nœuds non ou mal (départ avant 7 heures) connectés. Dans cette configuration, les gains les plus décisifs en termes de fonctionnement territorial sont ceux enregistrés en gare de Douai, qui la place à moins de deux heures du site métropolitain.
L'aménagement répond donc bien à l'objectif du Lens - Valenciennes, en revanche c'est au détriment de l'accessibilité vers l'Ouest du Louvre-Lens. La perte de la connexion à Lille-Flandres (report des circulations sur Lille-Saint-Sauveur) entraîne des pertes d'accessibilité vers la Côte d'Opale avec la déconnexion de certaines gares. Plus important pour la structuration territoriale, Béthune, l'Ouest de l'ancien bassin minier et la ligne Béthune - Don-Sainghin - Lille connaissent aussi des pertes d'accessibilités importantes. Dans cet exemple, la transversalité atteint les limites du Valenciennes - Lens.

La réciproque, à savoir la carte des variations d'accessibilité pour une arrivée à 9 heures à l'Ecole Supérieure des Beaux-Arts de Valenciennes montre les mêmes résultats, si ce n'est que Béthune et les lignes qui la relient à Lille et Lens gagnent de l'accessibilité dans la même mesure que le reste de l'ancien bassin minier au lieu d'en perdre. Les pertes ne concernent que la Côte d'Opale.

L'étude des différents résultats (contraintes de départ à 18 heures…) montre que le Valenciennes - Lens est amélioré dans les deux sens et que les sites du Louvre II et des Beaux-Arts sont favorisés dans leur accessibilité au sein d'un sous espace correspondant à l'ancien bassin minier. En revanche, leur accessibilité à la Côte d'Opale est dégradée. L'accessibilité vers Lille n'est pas altérée en raison du bon positionnement horaire des trains et de la bonne connexion en gare de Lille-Saint-Sauveur.

La capillarité de la ligne Maubeuge - Valenciennes - Lille était aussi l'un des objectifs annoncés. La figure VIII-8 montre les variations de capillarité pour une arrivée à neuf heures à l'Ecole Supérieure des Beaux-Arts. Les nœuds nouvellement connectés ou déconnectés ont été supprimés de la carte car pour ceux-là aucune comparaison n'est possible. Pour les autres, l'ensemble de la région connaît des gains de capillarité qui peuvent dépasser 50 et même parfois 100 en valeur d'O. Pour tout ce qui passe par Lille, on peut attribuer ces gains à la connexion plus difficile à Lille. Le chemin est moins direct et on peut considérer ces gains comme des gains de périphéricité. Ils s'accompagnent d'ailleurs de pertes de temps. En

revanche pour l'ancien bassin minier, la situation est plus compliquée. La majorité des nœuds gagnent en capillarité vers Valenciennes, tout en gagnant du temps. Dans la partie occidentale ce sont les nœuds qui se connectent à Lille pour aller à Valenciennes. La capillarité est plus forte car, en sa qualité de nœud de connexion à la capitale régionale, on considère Lille-Saint-Sauveur comme un nœud territorial de niveau 1 au même titre que Lille-Flandres. Par ailleurs l'adhérence étant supérieure, O est plus fort. On peut d'ailleurs faire l'hypothèse que cette adhérence n'est pas nécessairement due au tram-train entre Lille et Orchies, puisque cette ligne ne connaît aucun gain de capillarité. Il semble que le service est déjà assez capillaire en l'absence de la création de nouveaux nœuds.

L'accessibilité est meilleure car la durée du Lille-Saint-Sauveur - Orchies est moindre que le Lille-Flandres - Orchies actuel.

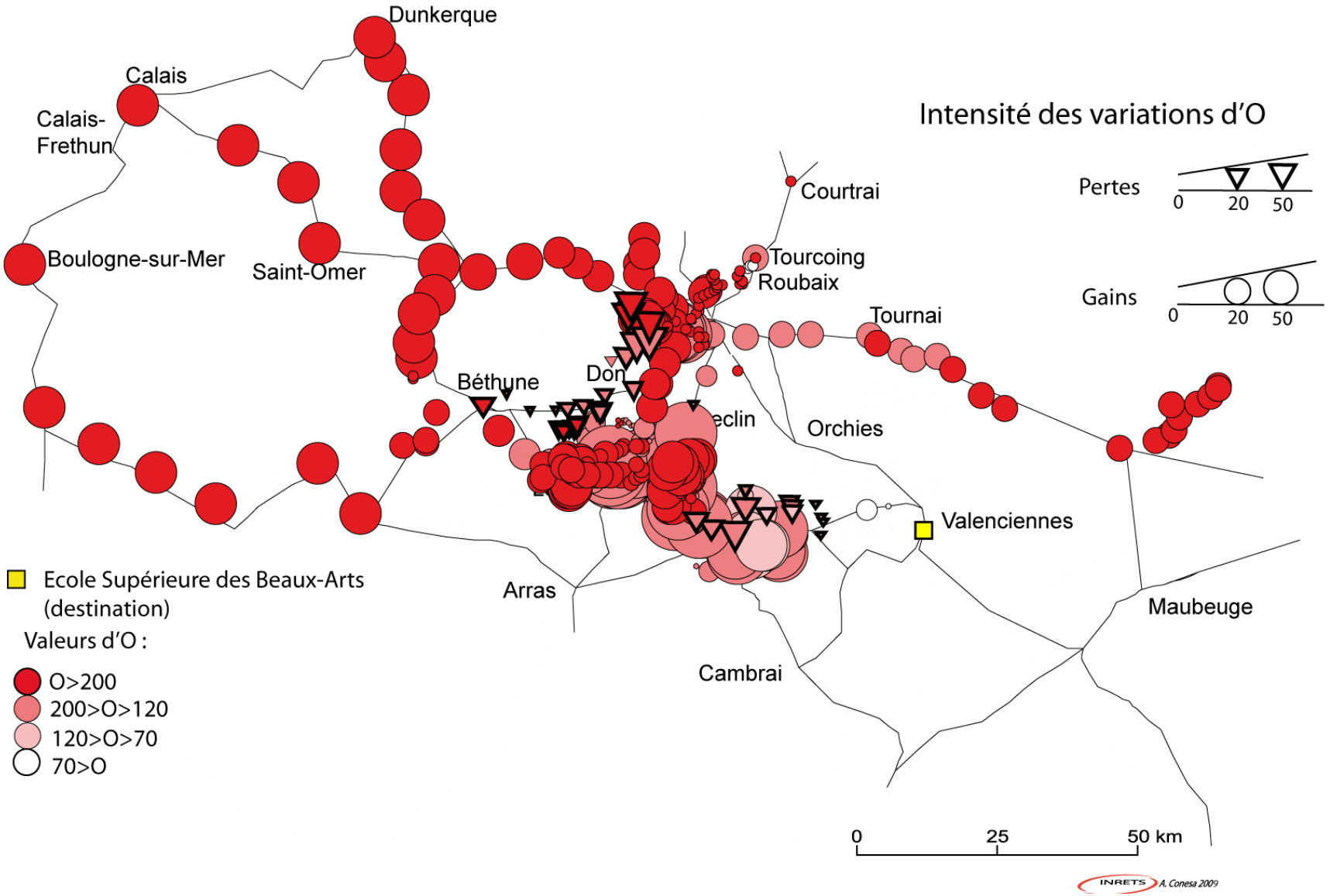


Figure VIII- 8 : Des gains de capillarité généralisés vers l'Ecole des Beaux-Arts

Néanmoins, certains nœuds de l'ancien bassin minier perdent de la capillarité vers Valenciennes. Il s'agit tout simplement des arrêts de la mission « Trans Bassin Minier » qui relient Béthune à Valenciennes. Le positionnement de cette mission permet en effet à toutes ces gares d'accéder directement à Valenciennes sans passer par Lille. Le gain d'accessibilité est compensé par une perte de capillarité.
Pour la majorité des nœuds de cet espace, l'accès à Valenciennes est disposé par la connexion à la mission « Trans Bassin Mission ». La capillarité augmente par le fait que ces chemins desservent systématiquement les polarités régionales.
Enfin, la ligne de tram-train Lille - Béthune est exposée à de nombreuses pertes de capillarité. Malgré la desserte plus fine proposée par le tram-train, la grande fréquence du service le rend plus efficace et l'accès à Valenciennes est simplifié, donc la capillarité baisse.
La capillarité de la majorité des chemins vers Valenciennes augmente avec les aménagements simulés, y compris dans le bassin minier. En revanche, la ligne Lille - Orchies - Valenciennes reste pauvre en chemin.

A l'échelle urbaine, la mauvaise capillarité des quartiers Sud de Lille était un dysfonctionnement relevé. La figure VIII-9 montre comment les aménagements simulés remédient à ce problème.

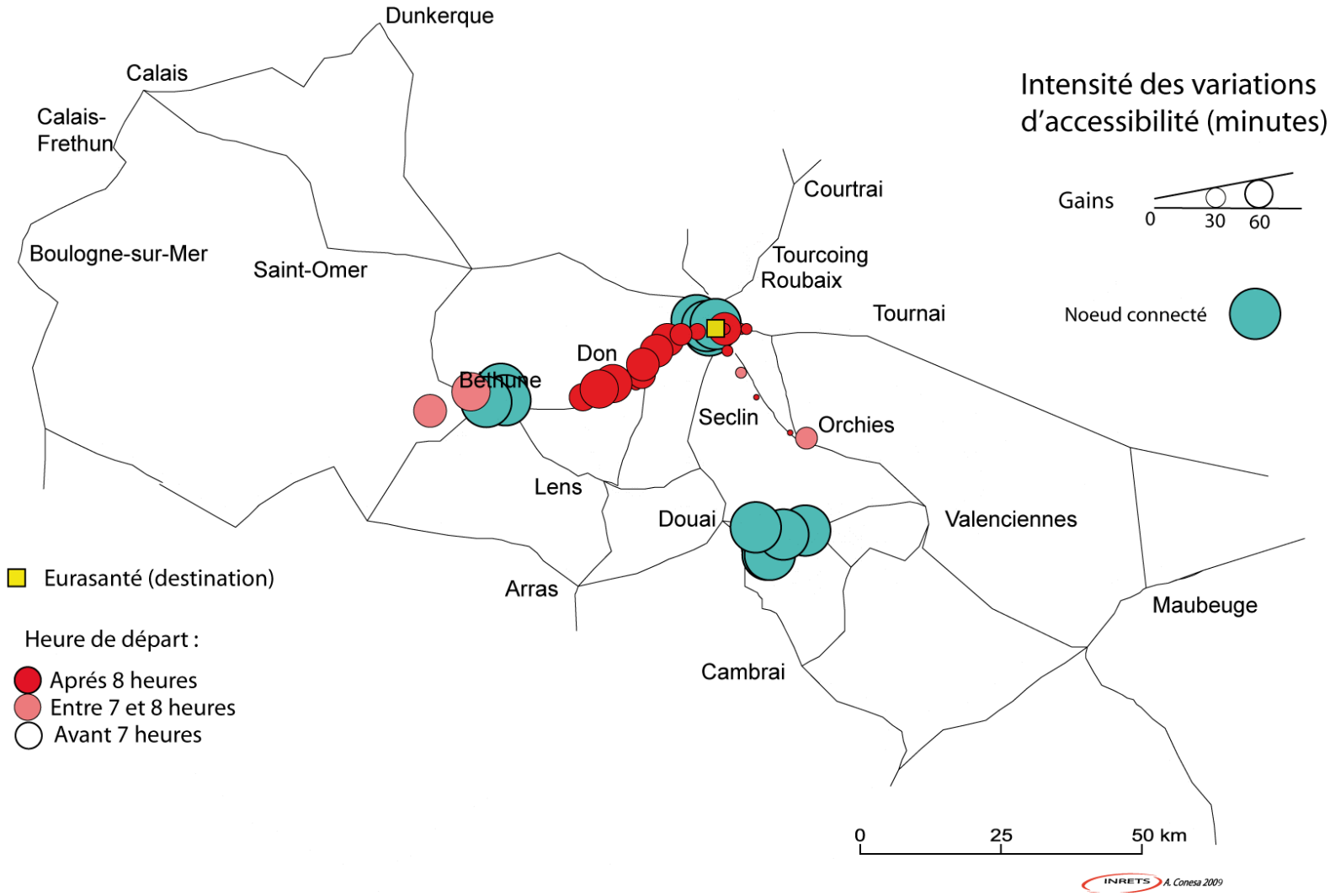


Figure VIII- 9 : Une accessibilité considérablement améliorée pour les quartiers sud de Lille

Pour une arrivée à neuf heures au site d'Eurasanté, les gains d'accessibilité sont forts sur toute la ligne de tramway jusqu'à Béthune, avec notamment des connexions. Les gains sont beaucoup plus modestes sur la ligne Orchies - Lille et Ascq - Lille en raison d'une modification finalement légère du service. Les gains se propagent au-delà de Béthune et des arrêts de bus et de car connectés à Lens et Douai parviennent à se connecter grâce à ce regain d'accessibilité à partir de Béthune.

On peut ainsi affirmer que les aménagements remplissent plutôt bien leurs objectifs. L'accessibilité aux quartiers sud de Lille et à Valenciennes s'est considérablement améliorée, ainsi que la relation Lens - Valenciennes dans les deux sens. Néanmoins, le remodelage des horaires et la coupure de la connexion à Lille pour certains trajets ont des conséquences néfastes sur certaines relations. Les tableaux suivants donnent le détail des changements dus aux aménagements simulés. Les gains figurent en vert, les pertes en orange et les nouvelles connexions en bleu.

Accessibilité horaire						
Destination / Origine	Lille	Cambrai	Maubeuge	Douai	Béthune	Dunkerque
Lille	-		-1 minutes		13 minutes	
Cambrai		-				
Maubeuge			-			
Douai			-9 minutes	-		
Béthune	15 minutes	-2 minutes	4 minutes	-29 minutes	-	
Arras						
Dunkerque			-18 minutes			-
O						
Destination / Origine	Lille	Cambrai	Maubeuge	Douai	Béthune	Dunkerque
Lille	-		4		46	
Cambrai		-				
Maubeuge			-			49
Douai			-28	-		
Béthune	91	43	-25		-	
Arras			-28			
Dunkerque			38			-

Tableau 19 : Gains et pertes d'accessibilité et de capillarité dus aux simulations sur les relations entre pôles choisis internes au NPdC

Acces 9 heures

	Tourcoing Centre	Rihour	Wazemmes	Ascq	Calais-Ville	Boulogne-Ville	Hôtel de Ville	Saint-Léger	Maubeuge	Béthune Hôtel des Postes
Comines				2 minutes						
Delta 3				25 minutes			20 minutes			
Ecole des Beaux-Arts	1h58	-2 minutes	3 minutes	10 minutes	-16 minutes			Connect		
Euralille				13 minutes						-6 minutes
Eurasanté				13 minutes						Connect
Euractechnologies				3 minutes						Connect
Haute-Borne				1 heure						
Hotel de Région				13 minutes						-6 minutes
Houpline				-7 minutes						
La Coupole				25 minutes						
Lesquin	16 minutes	16 minutes	21 minutes	1h20	18 minutes					Connect
Louvre-Lens				2 minutes			8 minutes			
L'Union				50 minutes				-32 minutes		
Nausicaa				2 minutes		-				
2 Caps				-4 minutes	-					

O 9 heures

	Tourcoing Centre	Rihour	Wazemmes	Ascq	Calais-Ville	Boulogne-Ville	Hôtel de Ville	Saint-Léger	Maubeuge	Béthune Hôtel des Postes
Comines				56					63	
Delta 3				10			4		4	
Ecole des Beaux-Arts	11	11	-27	21	63	63		209		
Euralille				45						60
Eurasanté	-4			-30	5	5	-37	5	-36	194
Euractechnologies	11			-30			-37	-1	-40	230
Haute-Borne				4			-90	-6	-90	
Hotel de Région				-28			-35		-35	-13
Houpline				70						
La Coupole				38						
Lesquin	17	17	-19	-15	71	43		34		
Louvre-Lens	52	52	52	105	-26	16	42		42	
L'Union				137			-18	44	-39	168
Nausicaa				52						
2 Caps				56						

Tableau 20 : Gains et pertes d'accessibilité et de capillarité dus aux simulations sur les relations vers les sites sélectionnés à 9 heures

O 18 heures		Tourcoing Centre	Rihour	Wazemmes	Ascq	Calais-Ville	Boulogne-Ville	Hôtel de Ville	Saint-Léger	Maubeuge	Béthune Hôtel des Postes
	Comines				82			82		74	127
	Delta 3				95						
	Ecole des Beaux-Arts				96				235		210
	Euralille				29				-32		-42
	Eurasanté	5			-17	5	5	-13	5	-33	-120
	Euractechnologies	5			-17	5	5	-53	5	-53	-19
	Haute-Borne				47						-29
	Hotel de Région				-20			-36		-36	-107
	Houpline				87						28
	La Coupole				94			71	158	32	
	Lesquin	-61	5	-41	-9	-2	-2		48		45
	Louvre-Lens	28	35	28	39			21		14	
	L'Union				37						77
	Nausicaa				281					71	
	2 Caps				44			26		36	

O 18 heures		Tourcoing Centre	Rihour	Wazemmes	Ascq	Calais-Ville	Boulogne-Ville	Hôtel de Ville	Saint-Léger	Maubeuge	Béthune Hôtel des Postes
	Comines				82			82		74	127
	Delta 3				95						
	Ecole des Beaux-Arts				96				235		210
	Euralille				29				-32		-42
	Eurasanté	5			-17	5	5	-13	5	-33	-120
	Euractechnologies	5			-17	5	5	-53	5	-53	-19
	Haute-Borne				47						-29
	Hotel de Région				-20			-36		-36	-107
	Houpline				87						28
	La Coupole				94			71	158	32	
	Lesquin	-61	5	-41	-9	-2	-2		48		45
	Louvre-Lens	28	35	28	39			21		14	
	L'Union				37						77
	Nausicaa				281					71	
	2 Caps				44			26		36	

Tableau 21 : Gains et pertes d'accessibilité et de capillarité dus aux simulations sur les relations à partir des sites sélectionnés à 18 heures

La lecture des tableaux montre que le service de transport est constitué de deux composantes : la qualité du service proprement dit et son positionnement dans la grille horaire. L'accessibilité est la résultante d'une combinaison de ces deux éléments, alors que la capillarité est bien souvent uniquement le fruit du service proprement dit. La seule exception se retrouve dans le cas où un changement de positionnement dans la grille horaire permet ou au contraire empêche une connexion : le chemin sera donc changé et la capillarité susceptible de l'être. La prise en compte de la capillarité et de l'accessibilité permet donc une analyse plus complète et plus riche des aménagements de transport. Concrètement quatre situations sont possibles : aucun changement, modification de l'accessibilité mais pas de la capillarité (même service à un moment différent), modification de la capillarité mais pas de l'accessibilité (service différent sur une partie du chemin mais connexion au même moment au même service) et enfin modification des deux variables (service différent).

Les résultats confirment les enseignements tirés des cartes présentées précédemment tout en introduisant d'autres phénomènes.

Les sites de Lesquin, le Louvre-Lens, l'Ecole Supérieure des Beaux-Arts, Eurasanté et Euratechnolgies enregistrent des gains de temps importants, avec notamment des connexions qui vont dans le sens de la transversalité, comme celle des Beaux-Arts à Béthune Hôtel des Postes à 18 heures. Parallèlement, Ascq dispose grâce au tram-train d'une accessibilité considérablement améliorée vers une grande partie des sites sélectionnés.
Les chemins passant par Lille connaissent une dégradation de l'accessibilité, qui est généralement accompagnée d'un gain de capillarité. Les sites de la Côte d'Opale, de l'Est de Lille ainsi que le site de l'Union et Roubaix-Tourcoing, sont ainsi moins accessibles à partir de l'ancien bassin minier. Les sites qui ont bénéficié des améliorations de l'accessibilité connaissent des gains de capillarité généralisés. Pour les chemins passant par Lille, cela correspond à une connexion plus difficile, mais celle-là ne se traduit pas nécessairement par une perte de temps, en raison du positionnement horaire du service. C'est le cas par exemple des chemins de Tourcoing ou de Boulogne vers le Louvre II à 9 heures ou de Dunkerque vers Maubeuge à la même heure. Ces chemins n'ont manifestement pas de rôle territorial de premier ordre. Notons que certains chemins présentent à la fois des gains de capillarité et d'accessibilité. C'est le cas par exemple pour les relations entre Lille et Béthune, ce qui est dû au rapprochement de la gare de Lille vers Béthune. Cela permet d'y accéder plus rapidement alors que le tram-train permet un gain de capillarité. Les relations Lille - Béthune sont généralement favorisées par le tram-train en termes d'accessibilité, alors que des baisses d'O sont remarquables pour des sites stratégiques lillois à Béthune à partir de 18 heures. Cela est dû à la fréquence du tram-train, qui propose un service performant sans trop d'attente à Lille-Saint-Sauveur, alors que le service actuel oblige à des chemins plus longs comprenant des correspondances.

Concernant la modulation des horaires des trains dans l'ancien bassin minier, elle a des conséquences diverses. En termes d'accessibilité, si elle bénéficie aux trois sites concernés (Delta 3, Louvres Lens et Beaux-Arts), elle pénalise considérablement le Béthune - Douai avec une perte de temps de 29 minutes. De plus, le respect de la règle des trois minutes entre les trains en gare peut faire perdre des connexions, ce qui a des conséquences sur la capillarité mais pas sur l'accessibilité (exemple des gains de 52 en valeur d'O des stations de VAL au Louvre-Lens à 9 heures sans toutefois dégrader l'accessibilité). Dans les chemins internes à l'ancien bassin minier, les gains de capillarités sont généralisés, qu'ils soient dus à la perte d'une connexion qui rallonge le trajet ou à la mission « Trans Bassin Minier » qui, en desservant tous les pôles secondaires, augmente la richesse du chemin. Il est à noter aussi le cas où cette nouvelle mission se positionne idéalement pour une connexion. C'est la connexion à Béthune de Calais-ville vers Louvre-Lens à 9 heures, qui évite de passer par Lille et fait donc baisser O, sans toutefois de gains de temps.
Enfin, la branche du tram-train de Lille vers Orchies, si elle ne permet aucun gain de temps, diminue la capillarité de chemins vers Valenciennes et par extension vers Maubeuge. Elle ne remplit donc pas son objectif.

L'évaluation d'un projet de transport est donc complexe et doit prendre en compte de nombreuses variables. Avant de résumer les informations fournies par les tableaux, nous nous intéressons particulièrement au cas de Maubeuge. Son isolement était un des traits structurants de l'organisation des réseaux de transport en Nord-Pas-de-Calais et indirectement les aménagements proposés visent à le réduire. Or, dans l'ensemble de tableaux, il apparaît que les chemins vers Maubeuge connaissent systématiquement des pertes, en accessibilité et en capillarité. En effet, les seuls gains d'accessibilité concernent les stations de tram-train, ainsi que la gare de Beuvrages qui bénéficie de la mission « Trans Bassin Minier » pour une arrivée à Maubeuge à 9 heures via Valenciennes. En revanche, pour la capillarité, les pertes sont, dans le cas de Maubeuge, plutôt à considérer comme bénéfiques. En effet, ce sont des facilités d'accès, comme le montre la figure VIII-10. Dans ce cas la nouvelle mission ferroviaire permet d'éviter Lille et de se connecter directement à Maubeuge. Le résultat inattendu vient du fait que le chemin Douai - Maubeuge passe par Busigny et pas Valenciennes. Cela montre qu'en termes d'horaires et de chemins aucune solution n'est évidente et surtout que malgré les apparences, notre aménagement fait bien gagner de la transversalité vers Maubeuge, certes au détriment de l'accessibilité. Il est nécessaire de tempérer cette conclusion en considérant le sens des déplacements simulés. En effet, on peut penser que les déplacements de la Côte d'Opale vers l'Arc Sud sont peu fréquents et ne constituent pas un enjeu réel de construction du territoire. La dégradation de l'accessibilité pour ces chemins est donc en un sens négligeable. De la même manière, le gain de transversalité sur le Béthune - Maubeuge ne présente pas un intérêt décisif pour la construction du territoire régional. De plus ce trajet est fortement favorable à la voiture individuelle. Signalons pour être complet à ce propos que la réflexion développée ci-avant peut être portée sur le Béthune - Valenciennes, qui a plus de sens dans ce contexte, et sans

doute plus favorable au train. Une évaluation classique en termes de temps de transport n'aurait pas pu mettre en lumière ce type de résultats.



Figure VIII- 10 : Le chemin simulé de Béthune à Maubeuge à 9 heures : un gain de transversalité

L'évaluation par les indicateurs choisis ou construits des aménagements proposés a mis en lumière plusieurs phénomènes :

- la création d'une gare de tram-train à Saint-Sauveur et la mise en place du service correspondant produit une amélioration générale de l'accessibilité des quartiers sud de Lille et un service globalement plus performant (accessibilité + capillarité) vers Ascq et entre Lille et Béthune.
- Le report des circulations de Lille-Flandres à Lille-sud rompt une connexion à Lille, ce qui pénalise les chemins via Lille en les rendant plus difficiles mais pas forcément plus longs en durée.
- La modification des horaires dans l'ancien bassin minier a un impact plutôt positif pour la transversalité entre Valenciennes voire Maubeuge et le reste de cet espace, mais c'est parfois au détriment d'autres relations transversales qui sont souvent plus difficiles, parois plus lentes et rarement plus intéressantes (desserte des pôles secondaires).
- La branche Lille - Orchies du tram-train n'a pas d'impact positif si ce n'est le regain d'accessibilité de Lesquin.

Deux éléments méritent d'être approfondis à partir de ces conclusions.
Le premier concerne la complexité des données horaires. Le grand nombre d'interrelations entre les missions par l'intermédiaire des correspondances donne une dimension systémique à la grille horaire. Ainsi, au-delà d'une amélioration du service en agissant sur la vitesse ou la fréquence, le positionnement horaire des missions peut faire émerger des phénomènes insoupçonnés par l'aménageur. L'exemple du Calais - Lens passant par Béthune ou de la grande dégradation du Douai - Béthune alors même que l'on améliore le Lens - Valenciennes dans la même tranche horaire en sont des témoins. Au-delà de cette complexité, l'analyse précédente plaide pour une harmonisation générale des horaires. En effet, il est bien malaisé de transformer en profondeur les horaires d'une ligne de transport sans modifier les conditions de correspondances de l'ensemble du réseau. Dans notre cas, nous nous sommes interdit de modifier les horaires des lignes autres que celles affichées, alors que quelques ajustements sont faciles à réaliser. Par exemple, la perte de temps la plus importante, tous tableaux confondus, à savoir les 52 minutes perdues entre le site des 2 Caps et Maubeuge à 18 heures, peut être annulée en reculant le Orchies - Valenciennes partant à 18 heures 43 de trois minutes. La connexion entre le tram-train et le train à Orchies est alors possible et l'accessibilité conservée. Plutôt que de réaliser ces ajustements, l'objectif est de montrer les résultats « bruts » d'une modification motivée par des objectifs précis d'aménagement du territoire.

Le second approfondissement se rapporte précisément à ces résultats bruts et au sens qu'ils donnent aux aménagements. Finalement, les modifications opérées dessinent un territoire régional légèrement différent de celui de l'état initial de 2007. En effet, deux modifications peuvent être apportées au bilan dressé dans la partie VII.1. La césure entre Valenciennes et le reste de l'ancien bassin minier est fortement atténuée et l'organisation de l'agglomération lilloise en auréoles à partir du centre-ville de Lille est nuancée par la bonne accessibilité des quartiers Sud. L'organisation est ainsi moins polarisée par Lille. L'espace de l'ancien bassin minier, sous réserves de petits ajustements horaires, est susceptible de fonctionner plus efficacement avec une grande capillarité dans les chemins et un territoire structuré autour de Valenciennes, Lens et la relation entre les deux. La modification est légère mais susceptible de transformer quelque peu les conditions de la territorialisation du Nord-Pas-de-Calais. **Plutôt qu'une amélioration ou une dégradation de ces conditions, ne faut-il pas envisager des différences correspondant à des choix ?** Étant données les caractéristiques exposées dans la partie VII.1, la relation entre la Côte d'Opale et l'ancien bassin minier est-elle primordiale et sa dégradation est-elle si handicapante que cela ? Les six minutes perdues entre Béthune et Maubeuge sont-elles tolérables à l'aune du gain territorial que représente la possibilité de relations transversales entre ces polarités secondaires ? **Les résultats tels qu'ils sont interrogent sur les priorités à donner dans les qualités rétistiques et territoriales des réseaux.** La réduction de certaines disparités en entraîne d'autres, éventuellement à d'autres échelles, et ce malgré les ajustements horaires possibles. Une seconde question se pose alors : à partir de quelle perte de temps ou de quelle situation d'enclavement la création d'une nouvelle infrastructure est-elle envisageable ? Dans notre cas, une voie supplémentaire dédiée

aux « Trans Bassin Minier », proposant éventuellement différents services entre le direct Béthune - Lens - Douai - Valenciennes et l'omnibus construit ici, réglant tous les problèmes de connexions dans cet espace, serait-elle la solution adéquate ? Toutes ces questions trouvent leur écho dans les sphères de décision en matière d'aménagement et de transport. Selon la presse locale, les projets ayant le vent en poupe tournent autour du tram-train, notamment dans le bassin minier (Rivière 2007). Sont aussi évoqués l'allongement de la ligne de tramway du Valenciennois vers la Belgique ainsi que la création de direct Lille - Lens, effective depuis septembre 2008. Ces différents projets, portés par des acteurs spécifiques (le ministre Jean-Louis Borloo par exemple), correspondent à des projets de territoire. Ainsi, les aménagements proposés et leur pertinence sont indissociables des choix de territorialisations. Concrètement, la localisation et la hiérarchie des polarités au sein de l'espace guident les constructions des territoires par les réseaux autant qu'elle s'en nourrit. Ces considérations seront abordées plus finement dans le chapitre IX.

Conclusion

Après examen des dynamiques locales, il a été décidé pour la région Nord-Pas-de-Calais de suggérer la transversalité et de résorber les différences d'accessibilité entre les quartiers centraux et les quartiers sud de Lille. Les aménagements proposés s'appuient sur un réel projet de restauration urbaine et architecturale par la réutilisation de la friche ferroviaire de Saint-Sauveur pour proposer un service de tram-train transversal. De plus, une restructuration des horaires de transport dans l'ancien bassin minier a été effectuée afin de faciliter l'intégration de Valenciennes dans l'Arc Sud. Les résultats de ces aménagements suggèrent une structuration du territoire différente plus propice à l'émergence d'une entité forte dans l'ancien bassin minier et moins polarisée par le centre-ville de Lille autour de Lille-Flandres. Ces ajustements impliquent des dégradations dans certaines relations passant par Lille, notamment entre le Sud ou le Sud-Est et l'Ouest de la région. Si une harmonisation des horaires à l'échelle régionale peut remédier en une certaine mesure à ces nouveaux hiatus, **la construction d'un territoire ne justifie-t-elle pas l'effacement de certaines disparités au détriment d'autres ?** Sinon, à partir de quel seuil de dégradation potentielle un service de transport nécessite un investissement lourd dans une nouvelle infrastructure ? La question des projets de territoire et de leur liaison avec la politique des transports sera traitée dans le chapitre suivant.

VIII.2 Des révolutions en PACA

L'analyse a mis en relief pour PACA des carences importantes concernant la structuration du territoire métropolitain. Ces carences sont de différents ordres et, comme pour la région Nord-Pas-de-Calais, c'est après une confrontation aux dynamiques locales que nous sélectionnerons des aménagements à simuler. Enfin, les résultats de ces simulations seront analysés.

VIII.2.1 Améliorer la relation Nice - Marseille

Le principal frein à la construction métropolitaine dans la région PACA est l'enclavement de la Côte d'Azur et plus précisément la difficulté de relier Nice à Marseille. En effet, toutes les analyses montrent une région clairement divisée en deux entités distinctes et cette ségrégation ne peut permettre une construction territoriale commune. Le cas de Toulon pose aussi problème par sa position nuancée entre le relais et l'interstice. Les projets de Ligne à Grande Vitesse peuvent ainsi servir les intérêts régionaux de PACA au-delà d'un simple rapprochement de Nice par rapport à Paris. L'exemple du Nord-Pas-de-Calais et de l'appropriation de la grande vitesse nous donne ici la base d'une simulation à l'échelle régionale.

Parmi les autres dysfonctionnements enregistrés, le fort isolement de l'arrière-pays en transport collectif et la mauvaise desserte régionale des gares TGV périphériques sont les plus contraignants. D'autre part, le potentiel représenté par le réseau azuréen dense ou par l'agglomération marseillaise semble pouvoir être saisi plus pleinement par des services plus performants, plus dignes des cœurs de métropole. Là encore l'exemple du VAL dans l'agglomération lilloise fournit des pistes de réflexions pour les simulations. Enfin, les déséquilibres entre le centre-ville de Nice et les quartiers orientaux et occidentaux empêchent un fonctionnement territorial efficace en transports collectifs au sein de la ville.

Les différents documents disponibles nous aident à sélectionner des simulations parmi tous ces besoins. Un grand nombre de projets sont évoqués dans les différents documents de planification ou d'aménagement. Les différents diagnostics (SRADT PACA 2006, SYMENCA 2007) conçoivent bien les grandes carences de la région et proposent de nombreuses améliorations afin de rattraper ce retard affiché.
En ce qui concerne l'arrière-pays, le SRADT PACA souligne l'intérêt d'améliorer la desserte ferroviaire dans une optique d'accessibilité externe. En effet, la liaison « *entre les Alpes du Sud et les Alpes du Nord* » (SRADT PACA 2006) est un enjeu de désenclavement pour la région PACA vers le Nord et la région Rhône-Alpes. Les projets internes à l'arrière-pays sont dominés par la modernisation de la ligne du Val de Durance et la réouverture de la ligne Digne - Saint-Auban (SRT PACA 2006). Cependant, les plus nombreux projets sont ceux qui

concernent la liaison de l'arrière-pays ou du moyen-pays à l'espace métropolitain littoral ou à la vallée du Rhône. Le CPER 2007-2013 recense ainsi plusieurs projets et prévoit leur financement : réouverture de la ligne Pertuis - Cavaillon, modernisations des lignes Nice - Digne, Nice - Breil et de la ligne des Alpes d'Aix à Briançon (CPER PACA 2007). Dans le sens Nord - Sud est aussi prévue la hausse du niveau du service de la ligne Cannes - Grasse. En ce qui concerne le Nice - Digne, proposé par les chemins de fer de Provence, il s'agit de desservir le périurbain niçois le long de la vallée du Var, et ainsi proposer un service de type RER, plus que de désenclaver la haute vallée dans les Alpes-de-Haute-Provence[26]. Le même constat peut être fait pour le Cannes - Grasse. Néanmoins, nous ne modéliserons pas les projets de liaisons ferroviaires vers l'arrière-pays car ce n'est certainement pas là que la construction métropolitaine se joue dans un futur proche.

L'absence de desserte ferroviaire des gares TGV périphériques d'Avignon et d'Aix, on l'a vu, se traduit par une grande perte d'accessibilité. Or, l'article de Michel Chlastacz montre bien qu'il aurait été facile de prévoir une desserte dès la construction de ces gares, avec la « *virgule* » ferroviaire entre Avignon Ville et la gare TGV et un raccordement à la ligne classique Rognac - Aix pour Aix TGV (Chlastacz 2007). Dans le CPER, ces problèmes sont traités différemment. La desserte de la gare d'Avignon TGV est incluse dans une modernisation de la ligne Avignon - Sorgues - Carpentras, alors que c'est la ligne Marseille – Aix qui fait l'objet d'un projet de renforcement de la desserte avec un quasi doublement annoncé de l'offre en véhicules/jour (CPER PACA 2007). Il est à noter que certains projets de la LGV PACA contiennent un raccordement vers les gares bis (GIR maralpin 2005). Ces changements ponctuels, s'ils bouleverseraient à coup sûr les conditions d'accessibilité d'Avignon et d'Aix, n'auraient qu'un impact faible sur l'organisation spatiotemporelle de la région par les transports collectifs.

Enfin, les transports urbains dans Nice ont beaucoup changé depuis la modélisation. En effet, le tramway de Nice, mis en circulation en novembre 2007 pour une première ligne « T1 », redessine le schéma des services de transports collectifs niçois. Son tracé en U dessert en grande partie le centre-ville, même s'il connecte l'Est de la ville au Nord dans une moindre mesure. La majorité des lignes de bus ont été impactées et les horaires transformés. Il est à noter que le tramway propose un service d'une fréquence supérieure à une rame toutes les six minutes en heures de pointe et que son tracé en site propre permet des gains de temps importants par rapport au bus. L'important investissement architectural et les travaux d'embellissement ont rendu le tramway assez populaire malgré des débuts difficiles et des critiques toujours vives plus de deux ans après sa naissance. Avec une hausse de 15 % du trafic sur le réseau Ligne d'Azur et 50 000 usagers par jour[27], la CUNCA considère le tramway comme un succès et a enrichi son service en proposant le ticket à un Euro à partir du 1er janvier 2008. Malgré cela, il est nécessaire de souligner que le tramway ne dessert pas les périphéries Est et Ouest que nous avons définies dans la partie VII.2 et que le jeu des connexions au tram a sans doute accru les disparités dans Nice. Les projets d'extension de la

[26] *Nice-Matin* du 6 Novembre 2007
[27] *Nice-Matin* du 7 Novembre 2007

ligne 1 jusqu'au quartier de l'Ariane, ainsi que ceux de lignes nouvelles vers l'Ouest, peuvent remédier à cette situation (SYMENCA 2007). Les lignes de tramway n'ont pas été modélisées.

Comme pour le Nord-Pas-de-Calais, deux aménagements ont été simulés. Le premier est la LGV PACA reliant Marseille à Nice. En nous appuyant sur les nombreuses propositions évoquées lors du débat public, nous avons construit une nouvelle infrastructure portant un service nouveau à grande vitesse. Le second aménagement est la conséquence du premier. Cette hiérarchisation des relations ferroviaires va ségréger les relations externes et internes à la Côte d'Azur alors qu'aujourd'hui encore le TGV et le TER font doublons sur les services dans l'espace entre Les Arcs et Vintimille. Ainsi, la libération des sillons occupés en 2007 par le TGV permet de les attribuer à un essai de RER Côte d'Azur. Les horaires ont donc été retravaillés afin de proposer un service plus fourni entre Cannes, Antibes, Nice, Monaco, Menton et Vintimille. Ainsi, en plus d'améliorer la relation Nice - Marseille et l'accessibilité générale de Nice et de la Côte d'Azur, la simulation va au bout de la logique territoriale de la LGV PACA en améliorant le service dans la métropole dense et cohérente azuréenne. La saturation des trains entre Cannes, Antibes et Nice est en effet un des arguments mis en avant dans les différents projets ferroviaires (RFF 2008). Il est à noter que certains projets proposent parallèlement une densification du service dans la partie occidentale à savoir entre Marseille, Aubagne et Toulon, mais celle-là n'a pas été modélisée.
Les objectifs de ces aménagements sont ainsi assez simples :
- améliorer l'accessibilité de la relation Marseille - Nice et en général les relations entre l'Est et l'Ouest de PACA ;
- intégrer Toulon dans un chemin de fonctionnement à l'échelle régionale ;
- améliorer l'accessibilité des pôles de la Côte d'Azur entre eux.

VII.2.2 Nouvelle infrastructure, nouveaux services

Les simulations proposées reposent sur deux principes. Le premier est la création *ex nihilo* d'un service sur une infrastructure vierge, sur laquelle aucune contrainte de connexion n'existe. Le second est une réutilisation des sillons libérés pour proposer un service adapté. Ces deux aménagements suivent les règles précédemment exposées pour le Nord-Pas-de-Calais concernant les minimums d'espacement, les circulations constantes et la confrontation aux horaires existants *a posteriori* de la création du service (ces deux dernières remarques valant pour la réutilisation des sillons libérés).

La simulation de la LGV PACA a pris en compte les performances, en particulier les temps de parcours, modélisés et présentés dans la synthèse générale du débat public livrée par RFF (RFF 2008). En ce qui concerne la stratégie de desserte, plusieurs scénarios nous ont inspirés. Présenté dans le document officiel de synthèse, le tracé des « Métropoles du Sud » a eu notre préférence car l'objectif est de permettre le fonctionnement du territoire et non pas de gagner un maximum de temps vers Aix ou Paris. Outre la relation Marseille - Nice et Marseille -

Toulon - Nice, il semblait pertinent d'associer de manière non permanente les gares des Arcs, de Cannes et de Vintimille en raison du potentiel de développement métropolitain qu'elles portent. L'extension de l'accessibilité aux bornes de la Côte d'Azur et à son pôle secondaire paraît construire plus efficacement un territoire métropolitain cohérent. Si l'objectif premier de l'infrastructure est l'effacement d'une ségrégation forte entre deux sous-espaces, les gains de temps semblent pouvoir être mis à profits pour assurer une desserte efficace et maintenir un niveau de capillarité apte à favoriser un fonctionnement régional. Pour les mêmes raisons, la desserte à grande vitesse favorise les « cœurs de ville » plutôt que les gares périphériques et dans la mesure du possible les gares centres ont été choisies pour accueillir la grande vitesse. Les études du GIR Maralpin à ce sujet montrent bien que la connexion entre le réseau GV et le réseau classique est possible sur les emprises ferroviaires de Nice-Thiers, Cannes-la-Bocca et Parco Roya à Vintimille (GIR maralpin 2005). Seule la gare centrale de Cannes n'est donc pas desservie, mais cette connexion à la Bocca présente l'avantage de rapprocher la gare TGV du raccordement du Cannes - Grasse, avec lequel la connexion paraît avoir beaucoup plus de sens que sur la ligne littorale parallèle. De surcroît, la ville de Cannes soutient largement cette implantation (GIR maralpin 2005). La gare de Cannes-La Bocca ne peut être considérée comme une gare bis car elle se situe dans Cannes intra-muros et parce que le service qu'elle offre sur la ligne classique est assez similaire à celui de la gare centrale. Par ailleurs, conformément à cette même étude, l'emprise ferroviaire de Monaco rend l'implantation d'une gare TGV dans la principauté impossible sans un lourd investissement, nous avons donc préféré ne pas la simuler (GIR maralpin 2005). Ainsi, notre simulation ressemble, quant au tracé et à la desserte, aux propositions du GIR Maralpin (GIR maralpin 2005) ou de la FNAUT (FNAUT-PACA 2005) à une exception près : la desserte de l'aéroport Nice-Côte d'Azur. Cette desserte se justifie par la taille de l'aéroport et son attractivité tant au niveau régional que national, et comme l'indique le GIR Maralpin, une seule interstation entre la gare centrale et l'aéroport constituerait une performance rare dans les liaisons ville - aéroport au niveau français et même européen (GIR maralpin 2005). Cependant, ce projet repose sur l'établissement d'une gare multimodale à Nice-Saint-Augustin qui donnerait accès à l'aéroport. En l'état, la liaison entre la gare de Saint-Augustin et l'aéroport est à la fois longue et semée d'embûches, et l'ampleur des travaux pour la rendre satisfaisante paraît importante. Par conséquent, il nous est difficile de modéliser le post-acheminement entre Saint-Augustin et l'aéroport, ainsi que les temps d'attente pour les TGV en cette gare. Nous avons donc préféré nous en tenir à l'objectif du Nice - Marseille sans ajouter un arrêt dans Nice pour la desserte de l'Aéroport. Son intérêt territorial n'est pas remis en cause.

Le service proposé est représenté sur la figure VIII-11.

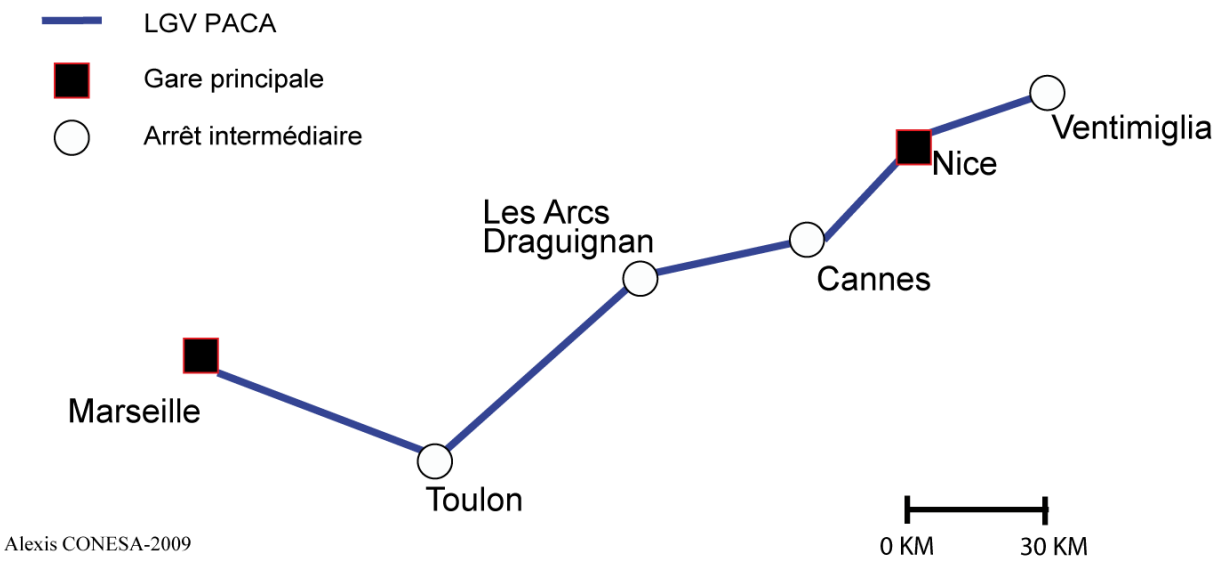


Figure VIII- 11 : Simulation d'une infrastructure et d'un service à grande vitesse : la LGV PACA

Le service est donc de nature transfrontalière, ce qui permet de répondre en une certaine mesure aux enjeux d'accessibilité externe à la région, notamment autour de l'arc méditerranéen.

Le tracé sélectionné, il reste à simuler un service de transport. En plus des contraintes déjà évoquées d'espacement et de respiration du graphique (taux de remplissage inférieur à 75 %), la LGV PACA doit composer avec le fret. En effet, comme le montre Giovanni Fusco (Fusco 2005), la LGV PACA doit intégrer des trains de marchandise et cela pour trois raisons majeures :

- les lignes TER sont déjà saturées ;
- pour des raisons techniques, la ligne classique ne peut accueillir du fret entre Fréjus et Gênes ;
- la liaison fret entre Marseille et l'Italie du Nord (Milan, Turin) est une liaison à l'importance primordiale en Europe.

D'autre part, même si dans la synthèse générale du débat public RFF réfute la pertinence d'une mixité fret/voyageurs de la LGV, il est envisagé l'accueil du « *fret express* » à faible fréquence. En conséquence, nous n'avons pas modélisé de trains de marchandises mais laissé libre un sillon par heure à cet effet.

Concernant la nature du service horaire proposé, il faut bien être conscient que le cadencement *stricto sensu* n'a ici aucun sens. En effet, il n'y a aucun intérêt à ce que les trains partent à la même heure étant donné qu'une seule direction est disponible et que le fait de pouvoir rebrousser chemin immédiatement ne se justifie pas par une grande hétérogénéité du service, bien au contraire. De plus, comme sur tous les TGV en France, les réservations sont obligatoires et les billets non interchangeables. Le changement de direction au milieu du parcours est donc proscrit. L'intérêt du positionnement horaire a plutôt été d'assurer au mieux possible les correspondances avec le réseau TER car c'est bien là que les connexions ont du sens.

Nonobstant le caractère inutile de la symétrie des horaires de train, leur répétitivité présente les avantages décrits dans la partie VIII.1 (lisibilité, capacité etc.). Nous avons donc proposé un service répétitif avec des départs dans chaque gare possédant la même terminaison. Par exemple, pour les départs de Marseille, il s'agit d'une terminaison en 1 (H01, H11, H21…). En ce qui concerne la nature même du service, conformément à l'une des problématiques soulevées tout au long du travail, elle a été inspirée par l'exemple du Nord-Pas-de-Calais. En effet, nous avons remarqué que la ligne à grande vitesse entre Paris et Lille propose en heure de pointe deux trains directs Paris - Lille (un à Lille-Flandres et un à Lille-Europe), plus une mission « omnibus » passant par Arras et Douai. Cette proportion entre la desserte des pôles secondaires et les services directs rapides nous a inspiré une séquence de six services différents, séquence répétée tout au long de la journée.
Comme le montre la figure (insérer graphique), ces six services sont les suivants :
- Direct Marseille - Nice ;
- Direct Marseille - Nice - Vintimille ;
- Marseille - Cannes ;
- Mission incomplète Marseille - Toulon ;
- Mission incomplète Toulon - Nice - Vintimille ;
- Omnibus.

Le même service est proposé en sens inverse.

Pour la réutilisation des sillons libérés, la démarche a été de créer un service répétitif entre Cannes et Vintimille passant par Antibes, Nice, Monaco et Menton. Ce service s'insère entre la LGV et les TER classiques omnibus desservant les petites gares azuréennes comme le montre la figure VIII-12.

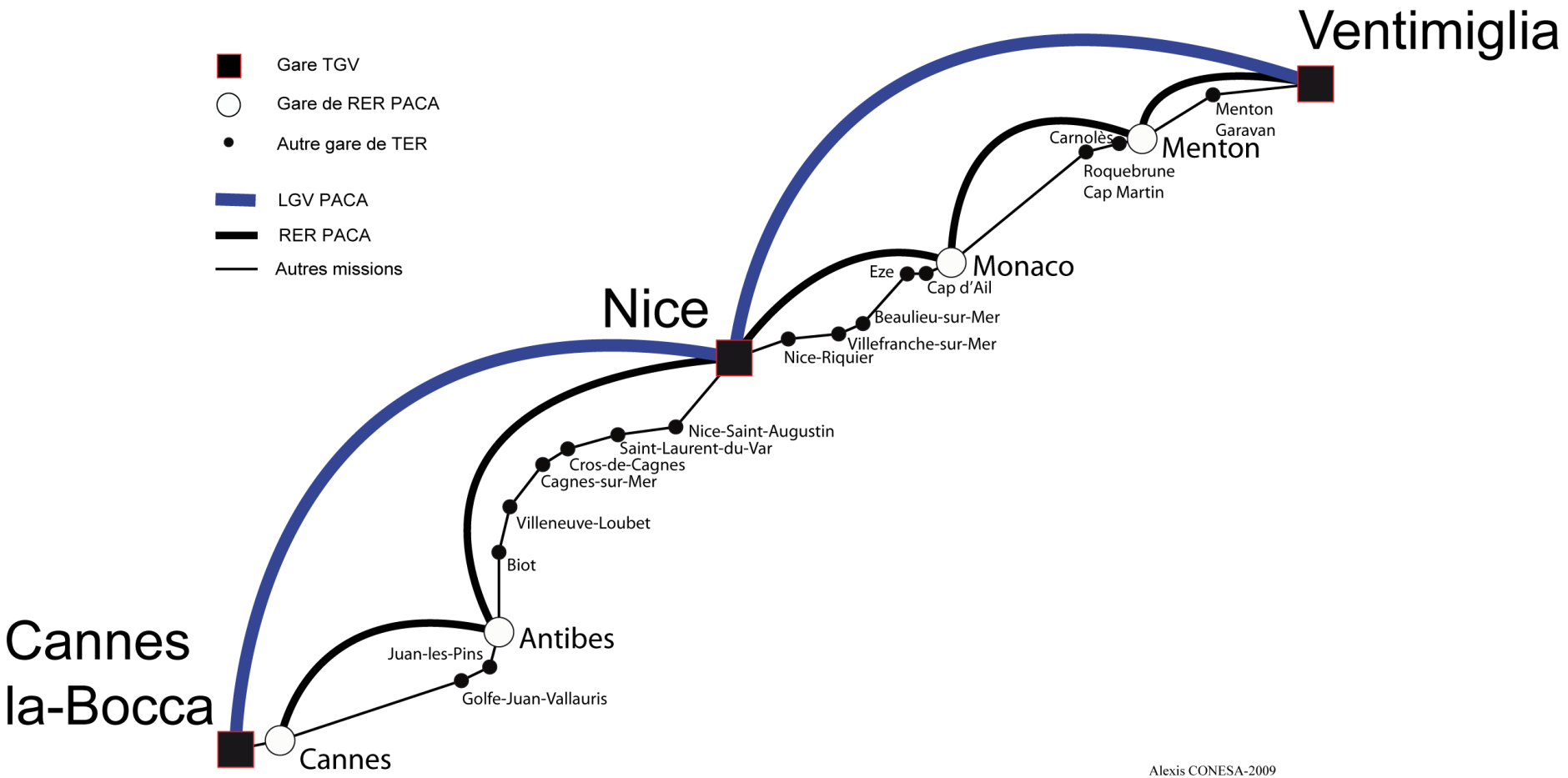


Figure VIII- 12 : L'emboîtement d'échelles dans les relations ferroviaires simulées sur la Côte d'Azur

Le positionnement horaire de cette mission a été construit pour permettre tant que faire se peut la connexion entre la LGV et ce RER en gare de Nice. Dans l'idéal, le service peut permettre un chemin multi-échelle avec un segment en LGV de Marseille à Nice, un segment RER de Nice à Monaco et enfin un segment TER classique entre Monaco et Eze par exemple. Cette hiérarchie dans les relations correspond selon nous à la hiérarchie des polarités au sein de l'espace azuréen. À l'instar du réseau de l'ancien bassin minier, celui de la Côte d'Azur est marqué par le manque de hiérarchie entre les gares. Contrairement à l'espace nordiste, la cause en est ici une concurrence entre des pôles bien affirmés, mais la conséquence sur la fragmentation institutionnelle est la même, elle est même pire sur la Côte d'Azur avec la faiblesse des structures intercommunales. La mise en place d'un réseau hiérarchisé fonctionnel semble pouvoir poser les jalons d'un fonctionnement plus coopératif et plus efficace.

Enfin, la confrontation de ce service nouvellement créé aux réseaux existants s'est faite en respectant les règles d'espacement et des circulations constantes. Dans le cas des collisions entre missions existantes et missions créées, l'avantage a été le plus souvent donné aux services existants dans la mesure où elles conservent une capillarité plus grande.

VII.2.3 Résultats

Les simulations présentent les mêmes caractéristiques que pour le Nord-Pas-de-Calais. Il est donc convenable de préciser qu'une modification plus lourde et d'ampleur régionale des horaires auraient pu améliorer les résultats. Encore une fois restructurer les horaires d'une seule ligne a des impacts sur l'ensemble du graphe.

L'objectif principal des aménagements proposés est d'atténuer la césure Est - Ouest et de proposer un potentiel de fonctionnement territorial incluant tous les espaces métropolitains littoraux. La figure VIII-13 montre une première indication avec les variations de l'accessibilité à 18 heures à l'aéroport de Marignane.

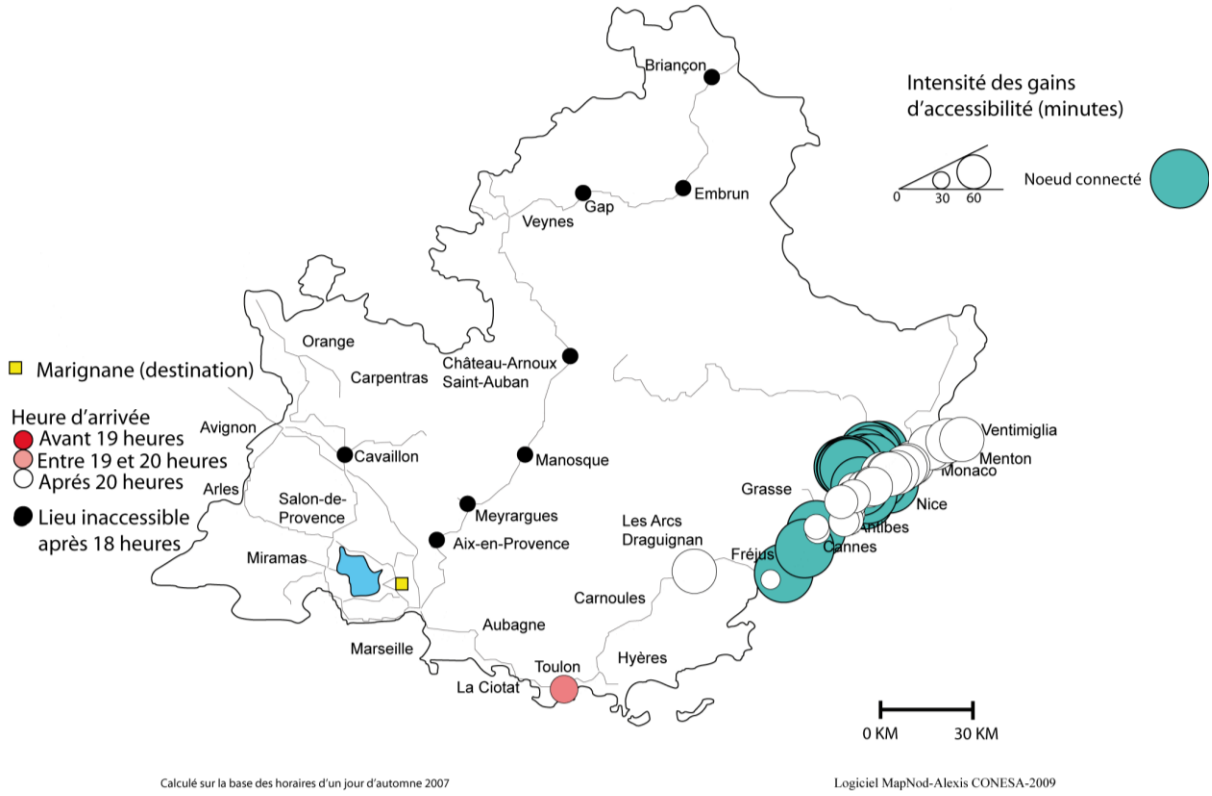


Figure VIII- 13 : Effets des simulations pour l'accessibilité à partir de 18 heures de Marignane

Les gains de temps sont très importants dans la partie orientale du littoral avec des gains pouvant aller jusqu'à une ou même deux heures à mesure que l'on s'éloigne de la destination ainsi qu'aux Arcs. Encore plus impressionnantes sont les connexions dues aux nouveaux aménagements et en particulier à la LGV PACA qui concernent des petites gares azuréennes (Boulouris, Juan-les-Pins…) et une grande partie des arrêts de bus niçois. Même si les conditions d'accessibilité restent difficiles, elles ont été largement améliorées.

La figure VIII-14 complète l'analyse avec les variations d'accessibilité pour une arrivée à neuf heures à Monaco. En effet, Monaco présente l'intérêt d'être en périphérie de la métropole azuréenne et de ne pas être reliée à la LGV. La carte présente une symétrie avec la précédente avec le grand nombre de connexions dans l'espace littoral entre Marseille et Toulon, ainsi que dans la vallée du Rhône à Arles et Avignon. De surcroît, Monaco connaît des gains d'accessibilité importants en provenance du reste de la Côte d'Azur, notamment Cannes et Nice. On peut donc penser que les aménagements ont non seulement amélioré l'accessibilité générale de la Côte d'Azur mais aussi l'accessibilité interne à cet espace. Précisons cependant que l'absence de gains du côté de Vintimille n'est pas anodine : ce n'est pas le RER PACA qui a amélioré l'accessibilité à Monaco mais bien la connexion à grande vitesse à Vintimille.

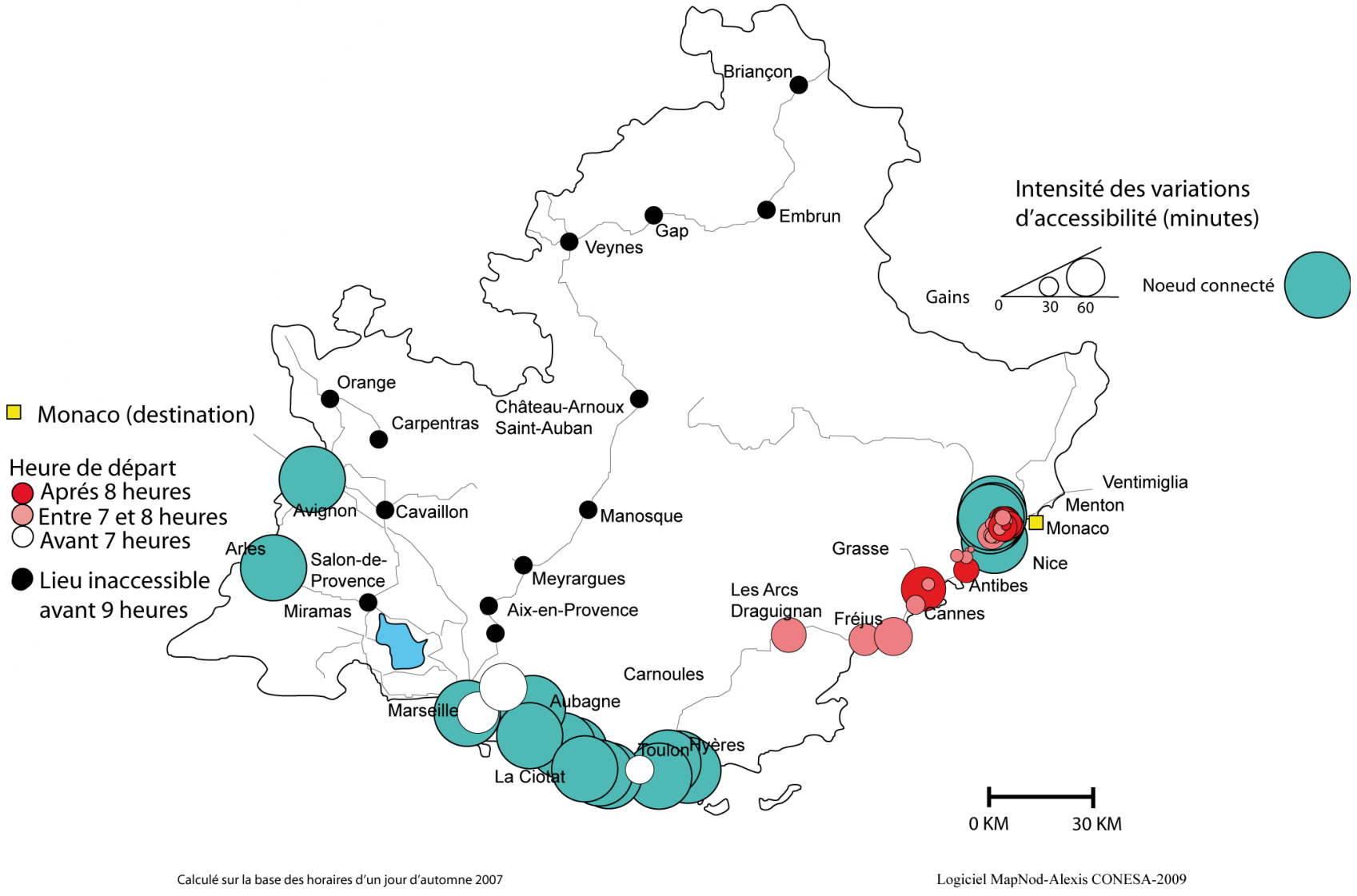


Figure VIII- 14 : Variations des accessibilités vers Monaco

De la même manière que pour le Nord-Pas-de-Calais, la lecture des tableaux nous donne une vision quantitative plus globale de l'impact des aménagements.

Accessibilité horaire					
Destination / Origine	Nice	Marseille	Toulon	Antibes	Grasse
Nice	-	1h05	32 minutes		
Marseille	1h24	-	47 minutes	8 minutes	-57 minutes
Toulon	14 minutes	-9 minutes	-	-11 minutes	-1h03
Antibes		8 minutes	-14 minutes	-	
Aix					
Grasse			-1h06		-
Avignon	Connect		1 heure		
O					
Destination / Origine	Nice	Marseille	Toulon	Antibes	Grasse
Nice	-	-80	-46		
Marseille	-151	-	-68	-5	42
Toulon	-121		-	-5	42
Antibes		-16	17	-	
Aix			-8		
Grasse			-9		-
Avignon	111		-91	-5	

Tableau 22 : Gains et pertes d'accessibilité et de capillarité dus aux simulations sur les relations entre pôles choisis de PACA

Acces 9 heures											
		Arles	Avignon	Marseille	Toulon	Fréjus	Cannes	Cité Arménienne	Masséna Place	Ariane	Ventimiglia
	Acropolis	Connect	Connect	1h31	59 minutes						
	Aéroport	Connect	Connect	1h21	-18 minutes						45 minutes
	Cap 3000	Connect	Connect	1h31	59 minutes						45 minutes
	CADAM	Connect	Connect	1h21	14 minutes						10 minutes
	Château-Gombert				- 9 minutes				Connect	Connect	1 heure
	Etang de Berre										
	Fos sur Mer						Connect			Connect	Connect
	Marignane						Connect			Connect	Connect
	Marina	Connect	Connect	24 minutes	- 1 h03						35 minutes
	MIN	Connect	Connect	1h21	- 18 minutes						35 minutes
	Monaco	Connect	Connect	1h31	59 minutes	27 minutes	16 minutes				
	Palais des expositions	Connect	Connect	1h31	59 minutes			Connect			
	Palais des festivals			1h31	-11 minutes				23 minutes	24 minutes	35 minutes
	Arenas	Connect	Connect	1h31	59 minutes	27 minutes	16 minutes				10 minutes
	Sophia Antipolis			-57 minutes	-1h03						10 minutes

O 9 heures											
		Arles	Avignon	Marseille	Toulon	Fréjus	Cannes	Cité Arménienne	Masséna Place	Ariane	Ventimiglia
	Acropolis	180	196	-222	-103	-107					
	Aéroport	117	131								
	Cap 3000	127	141	-66	-65	-33		3			
	CADAM	215	229	-41	7						-53
	Château-Gombert								175	215	-149
	Etang de Berre										
	Fos sur Mer						189			280	118
	Marignane						149			240	76
	Marina	125	139	-40	42	24					-55
	MIN	155	109	-95	7						-55
	Monaco	107	121	-39	-39	-10		154			
	Palais des expositions	136	150	-156	-156	-116					
	Palais des festivals	-5	-5	-5	-5	51			-38	-28	
	Arenas	137	151	-39	-39	-10					-91
	Sophia Antipolis			42	42	24					-55

Tableau 23 Gains et pertes d'accessibilité et de capillarité dus aux simulations sur les accès aux sites sélectionnés de PACA avant 9 heures

Acces 18 heures		Arles	Avignon	Marseille	Toulon	Fréjus	Cannes	Cité Arménienne	Masséna Place	Ariane	Ventimiglia
	Acropolis	2h05	2h05	2h01	1h11						
	Aéroport	2h05	2h05	2h01	1h11						
	Cap 3000	2h05	2h05	2h10	1h11		42 minutes				24 minutes
	CADAM	2h05	2h05	1h32	1h11						-20 minutes
	Château-Gombert				18 minutes		1h48		Connect		3h40
	Etang de Berre				13 minutes		-9 minutes				Connect
	Fos sur Mer				13 minutes		-9 minutes				Connect
	Marignane				27 minutes		17 minutes		Connect		1h56
	Marina	2h05	2h05	2h10	1h11						
	MIN	2h05	2h05	2h10	1h11						
	Monaco	2h05	2h05	2h10	1h11						9 minutes
	Palais des expositions	2h05	2h05	2h10	1h11						12 minutes
	Palais des festivals			26 minutes	8 minutes						
	Arenas	2h05	2h05	2h10	1h11						
	Sophia Antipolis			1h32	1h11						4 minutes

O 18 heures		Arles	Avignon	Marseille	Toulon	Fréjus	Cannes	Cité Arménienne	Masséna Place	Ariane	Ventimiglia
	Acropolis	-37	-37	-69	-39						
	Aéroport	-51	-51		-53						
	Cap 3000	4	4	-28							
	CADAM	-89	-49	-89	-89						-91
	Château-Gombert						19		72		-182
	Etang de Berre				-68		-17				94
	Fos sur Mer				-66		-16				125
	Marignane				-68		19		128		-220
	Marina	-13	-13	-45	-12						
	MIN	4	4	-28	-5						
	Monaco	4	4	-18	-5						-21
	Palais des expositions	4	4	-28	-5						-66
	Palais des festivals	-7	-7	-7	-7						
	Arenas	4	4	-28	-5						
	Sophia Antipolis	18	18	18	18						-91

Tableau 24 : Gains et pertes d'accessibilité et de capillarité dus aux simulations sur les relations à partir des sites sélectionnés de PACA après 18 heures

La tendance qui se dégage fortement des différents tableaux (Tableaux 22, 23 et 24) est liée à l'apport de la LGV. En effet, cet aménagement bouleverse l'organisation des services de transport collectif dans la région PACA en améliorant considérablement l'ensemble des relations entre les deux espaces métropolitains de la région. La contrepartie est une forte baisse de la capillarité pour ces relations.
En ce qui concerne les relations intra azuréennes, on peut dire que l'aménagement est aussi positif puisque des gains de temps sont enregistrés dans la plupart des relations, notamment avec Vintimille. Il est à noter que ces gains concernent des gares non directement reliées à la LGV (42 minutes de mieux sur le Cap 3000 - Cannes à 18 heures et même 27 minutes de moins pour rejoindre Fréjus, pourtant isolée des relations TGV, depuis le parc de l'Arénas à l'Ouest de Nice ; encore une fois ces exemples sont indicatifs, leur sens territorial étant restreint). Les indicateurs de capillarité donnent un argument de plus que la plupart de ces gains sont bien imputables au RER Côte d'Azur plutôt qu'à une connexion à la grande vitesse. En effet, pour la plupart des relations avec Cannes, en particulier entre les sites niçois et Cannes, les valeurs d'O sont les mêmes. Cela signifie que le chemin ne change pas et que c'est bien le positionnement horaire des TER qui a permis les gains de temps (nous avons en effet augmenté la fréquence). En ce qui concerne les relations entre les arrêts de bus niçois et le Palais des Festivals de Cannes à 9 heures, le gain de temps (et la perte de capillarité) est aussi due au RER Côte d'Azur qui évite Cagnes-sur-Mer, Vallauris, etc.

Ce bilan globalement positif ne masque pas des impacts dommageables. En effet, la constitution du RER Côte d'Azur a, comme celle de la mission « Trans Bassin Minier », impliqué la suppression de certaines missions. Si ces choix servent une meilleure accessibilité en général, pour certaines relations à certaines heures l'accessibilité est dégradée. Le service nouvellement proposé est la plupart du temps plus direct, donc moins capillaire, mais son positionnement horaire rend les différents temps d'attente trop longs pour les contraintes fixées. C'est le cas des CADAM - Vintimille, Berre - Cannes et Fos - Cannes à 18 heures. Encore une fois veillons à prendre en compte le caractère peu probable de ces déplacements. Notons que pour Cannes, s'ajoute la déconnexion du TGV. En effet, rappelons que tous les TGV s'arrêtant actuellement en gare de Cannes Ville ont été supprimés au profit d'un service à grande vitesse desservant la gare de Cannes-La Bocca. Pour Cannes elle-même les conséquences sont minimes[28], en revanche elles sont plus importantes pour Grasse, comme le montre la figure VIII-15.

[28] On notera tout de même le gain très important, bien que neutre sur le plan temporel, de capillarité pour un Palais des Festivals - Fréjus à 18 heures, Fréjus étant auparavant relié en TGV à Cannes.

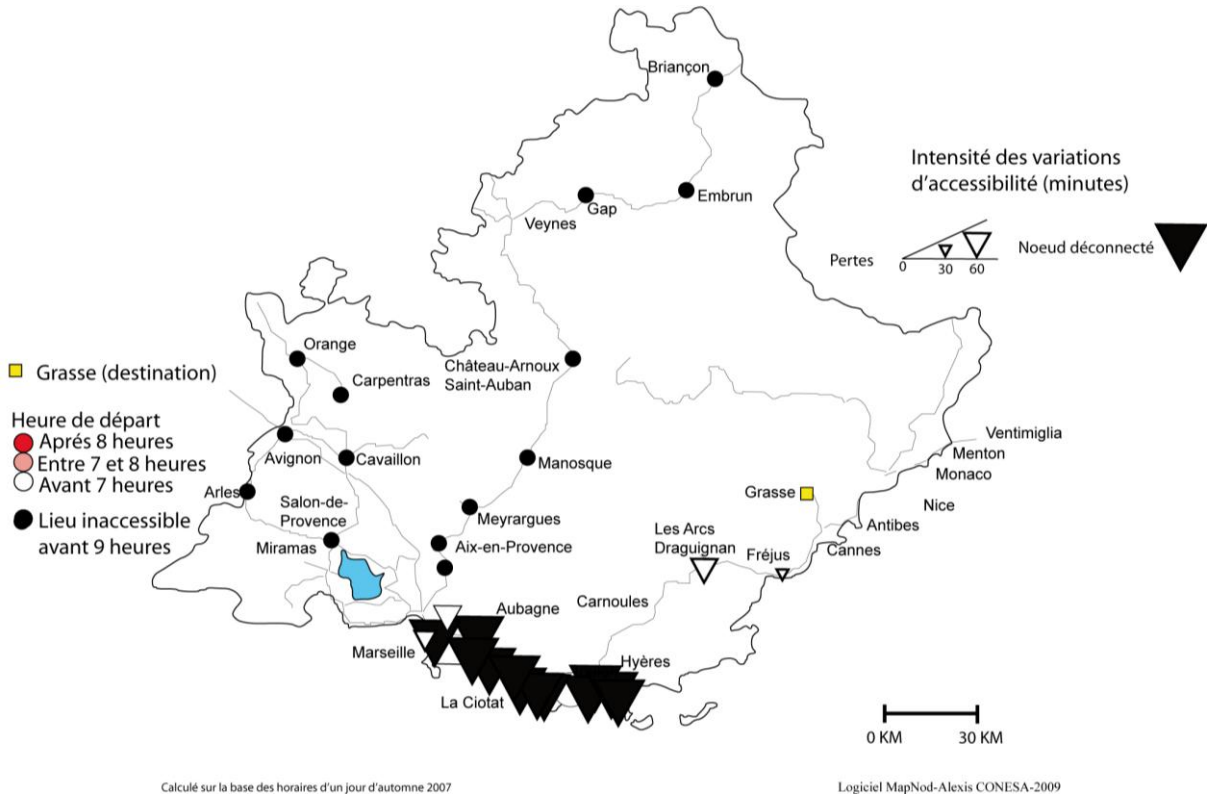


Figure VIII- 15 : La dégradation de l'accessibilité vers Grasse

Grasse a en effet été lésée par les nouveaux horaires de transport au point de perdre toutes les gares occidentales connectées pour une arrivée à 9 heures dans la cité des parfums. Bien que dans l'hypothèse du scénario MDS la connexion entre la gare de Cannes-La Bocca et la ligne Cannes - Grasse serait effectuée, ces résultats montrent une nouvelle fois à quel point une restructuration d'horaires peut dégrader certaines relations. Les gares azuréennes non connectées directement à la LGV comme Antibes ou Biot (voir dans le tableau les résultats pour Sophia Antipolis) souffrent ainsi à certaines heures d'un déficit d'accessibilité en provenance de Marseille ou Toulon.

Le dernier cas remarquable à la lecture des résultats est celui de Toulon. Si la ville a été associée à la grande vitesse régionale, la priorité a été donnée au Marseille - Nice. Cela signifie que contrairement à la situation actuelle, Toulon n'est pas desservie par tous les TGV entre Marseille et Nice. Cette situation fait émerger des résultats mitigés ou certaines connexions manquées augmentent la capillarité et font parfois perdre du temps dans les relations avec Toulon. La figure VIII-16, qui représente les variations d'accessibilité pour une arrivée à 9 heures à Toulon illustre ce phénomène

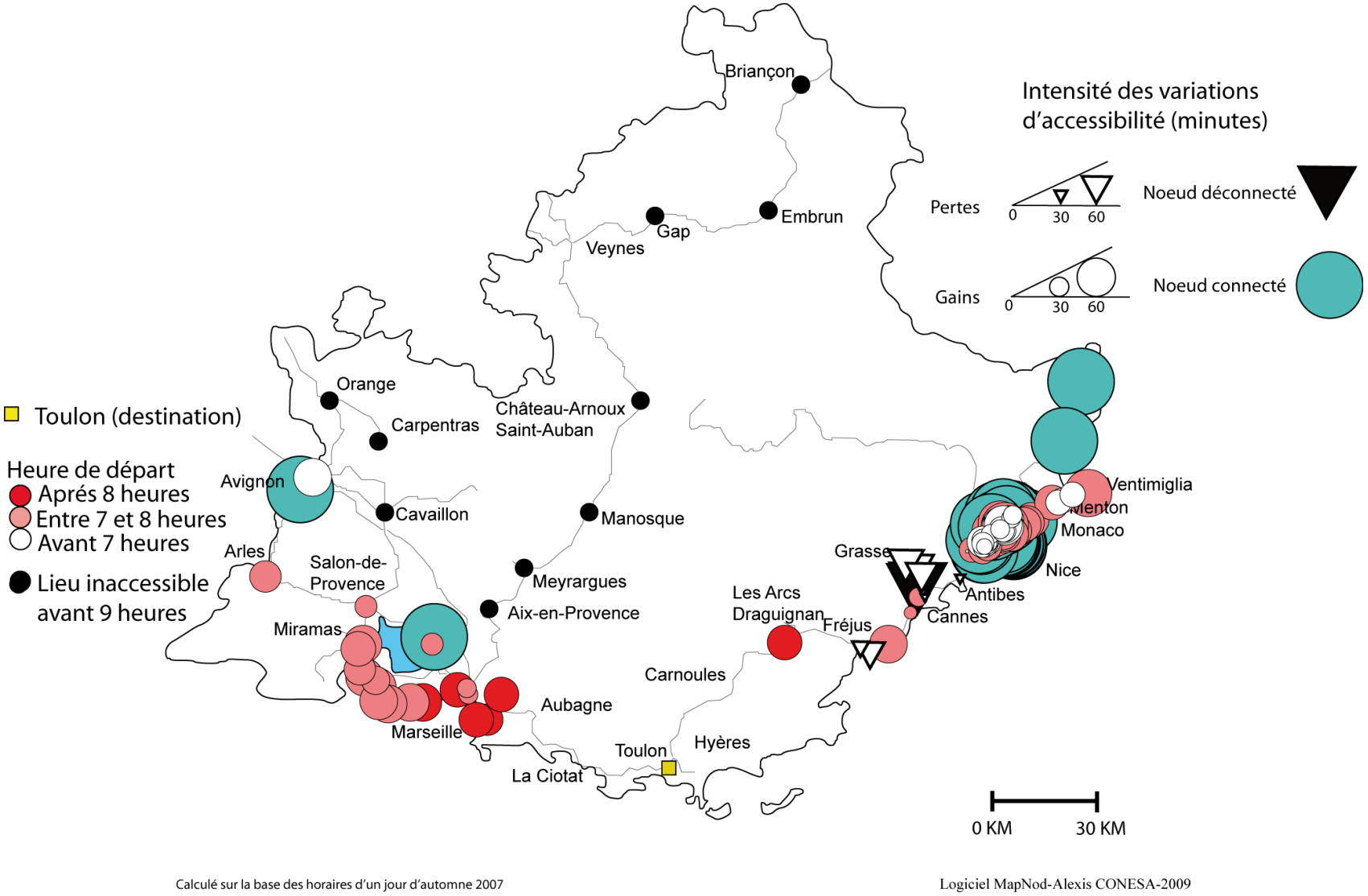


Figure VIII- 16 : L'effet mitigé des simulations sur la situation de Toulon

Comme on le voit, la majorité des variations sont positives avec des gains forts à Vintimille, Draguignan ou Saint-Raphaël et des connexions à Nice, Avignon ou encore Breil. Les gains sont aussi diffusés vers l'Ouest de Marseille à Salon-de-Provence et Arles. Les pertes concernent finalement pour cet horaire uniquement la ligne Cannes - Grasse et les gares de Fréjus et Antibes. Toulon a donc en général une meilleure accessibilité et son aire de fonctionnement potentiel s'étend considérablement de l'Etang de Berre à l'Esterel en ce qui concerne les lieux accessibles en moins d'une heure. Seuls quelques nœuds non associés à la grande vitesse azuréenne lui sont moins accessibles.

L'évaluation met finalement en lumière plusieurs enseignements :

- La LGV améliore considérablement les relations entre l'Est et l'Ouest de la région PACA ;
- Vintimille améliore considérablement son accessibilité et peut devenir une passerelle efficace vers l'Italie ;
- Toulon connaît une situation améliorée mais qui reste intermédiaire ;
- Le RER PACA profite pleinement à certaines relations (Nice - Cannes) et nuit à certaines destinations (Antibes, Grasse etc.).

Comme pour le Nord-Pas-de-Calais, ces résultats dessinent un territoire différent. Alors que les relations Est - Ouest sont considérablement améliorées, les différences résident aussi dans les hiérarchisations. Marseille et Nice ont été placées, pour le service proposé, au sommet de la hiérarchie, devant Toulon et Cannes. De la même manière, Antibes et Monaco sont lésées vis-à-vis de Vintimille ou Cannes, et Cagnes-sur-Mer et Fréjus vis-à-vis d'Antibes et Menton. Il est d'ailleurs à noter que si les résultats pour le Nord-Pas-de-Calais montraient une hausse globale de la capillarité, c'est fortement l'inverse pour la région PACA.
Ces hiérarchisations ont été effectuées par rapport à localisation des polarités et des fonctions métropolitaines, aux projets de coopération affichés ainsi qu'à la lecture des différents projets en cours dans l'une et l'autre des deux régions. Ainsi, bien que l'évaluation des déséquilibres et des carences à combler soit exclusivement portée par une réflexion d'ordre rétistique, une logique réseau comme on pourrait l'appeler, les simulations ne sont pas « *a-territorialisées* ». Néanmoins, elles sont dépendantes de certaines velléités affichées à un certain moment dans certains documents. De plus nous avons pris de la liberté par rapport à ces textes et la sélection des sites n'est pas nécessairement impartiale. Doit-on penser que les Antibois acceptent avec joie la construction d'une gare TGV à Cannes pour desservir l'agglomération alors qu'au dernier recensement Antibes est plus peuplée que sa voisine ? Les projets et aménagements du territoire, en particulier concernant les transports, doivent se justifier par un projet territorial pertinent. **Les réseaux de transport, si performants soient-ils, ne peuvent construire du territoire que s'ils répondent non nécessairement à un besoin, mais à une stratégie de construction du territoire.**
Pour le Nord-Pas-de-Calais, nous avons souligné le cas de l'ancien bassin minier et de la Côte d'Opale mais, par rapport à PACA, le trait marquant est la prise de conscience des enjeux de

transport qui a mené au TER-GV par exemple et qui aboutit actuellement à un fourmillement de projets régionaux ou locaux.
La région PACA se distingue ici par son retard en la matière et par une fragmentation encore tenace des intérêts. Alors que les documents de planification annoncent une large liste de projets de transport (il est d'ailleurs à noter qu'une bonne partie des priorités du CPER 2007 - 2013 faisait déjà partie des aménagements prévus par son prédécesseur 2000 - 2006), la presse locale fait peu état des problématiques de transport. Le grand retard dans le chantier du tramway de Nice est dans ce domaine exemplaire. La LGV PACA, maintes fois retardée, n'a pour l'instant pas été l'occasion de fédérer les différents acteurs autour d'un projet d'ampleur régionale, tant les dissensions ont été importantes lors des débats sur son tracé. Les concurrences locales, appuyées par la fragmentation institutionnelle, sont encore prégnantes dans cet espace qui nécessite peut-être une liaison physique effective pour construire sa cohérence. Signalons donc que si les horaires ont été inspirés de la grande vitesse nordiste, le contexte est très différent.
Pour être tout à fait complet sur le sujet, signalons un dynamisme récent, notamment avec les projets de nouvelles lignes du tramway de Nice et la tarification intégrée à 1 euro pour tous transports en commun urbains (1er janvier 2010) portés par la CUNCA de Christian Estrosi, les travaux effectués sur la ligne Marseille - Aubagne ou encore le financement de TER entre Antibes et Vintimille par la principauté monégasque. Hormis la LGV PACA, l'amélioration des relations internes à la Côte d'Azur d'une part et à la métropole provençale d'autre part, sont donc des préoccupations réelles des décideurs.

Conclusion

La région PACA se caractérise par une césure Est/Ouest et la faiblesse des relations physiques dans ce sens. Après examen des différents projets et lecture de la synthèse du débat public, il a été décidé de simuler un projet de LGV PACA sur une nouvelle infrastructure et de réutiliser les sillons laissés libres par l'actuel TGV pour mettre au point un RER Côte d'Azur. Les résultats dessinent une région différente où Nice et Marseille ne sont plus séparées que par 1 heure 39 pour une relation fonctionnelle au lieu des 3 heures actuelles. Outre cette révolution, les aménagements proposés renvoient à une hiérarchisation à différents niveaux entre les gares, ce qui constitue un changement considérable dans cette région où l'absence de grande vitesse avait tendance à uniformiser les conditions d'accès. Ce bouleversement pourrait bien être le départ d'une prise de conscience régionale des transports collectifs en PACA, qui viserait alors à rattraper son retard en la matière.

Conclusion Chapitre VIII

Les simulations proposées répondent en partie aux questionnements soulevés dans ce travail. Sans proposer des aménagements particulièrement coûteux, farfelus ou irréalisables, nous avons en partie remédié à des carences des réseaux de transports collectifs régionaux. Toulon est ainsi située au centre d'un espace de 2 heures de diamètre incluant l'essentiel du fait métropolitain de PACA. Les relations entre l'Ouest de l'ancien bassin minier et le Hainaut ou l'Avesnois ne transitent plus par Lille. En revanche, le mode de simulation à circulations constantes sur une ligne a fait naître de nouveaux déséquilibres, de nouvelles disparités. Les deux régions ont un rapport différent aux problématiques de transport et sans doute un mode de gouvernance différent dans la tenue des projets d'aménagements, mais dans les deux cas chaque aménagement répond à une stratégie d'ordre territoriale. Ces stratégies semblent toutes vouloir réduire des disparités : résorber l'enclavement de Nice par rapport à Marseille, améliorer l'accessibilité de Lens vers Lille par rapport à Valenciennes, réduire l'écart entre la situation de Maubeuge et d'Arras, etc. Cependant, elle en crée de nouvelles : inégalités entre Nice et Cannes vers Marseille, entre Cannes et Antibes vers Toulon, entre Sallaumines et Loison-sous-Lens vers Lens, etc.

Un autre point de vue peut nous amener à penser que ces stratégies visent à améliorer la compétitivité des territoires (Nice sur le plan national, Lille sur le plan international par exemple) ce qui, en matière d'accessibilité, peut être assimilé à une création d'inégalités (ou à un comblement : Nice veut être *aussi* compétitive que Marseille). La cohérence d'une politique de transport et la justification d'inégalités *pour le bien commun* nécessite ainsi un territoire d'application et un projet de territoire.

Bien que les résultats présentent une piste pour l'aménagement du territoire, il nous a semblé plus pertinent de discuter les interrogations théoriques qu'ils induisent. Le dernier chapitre évoquera donc les interrelations entre le territoire et le réseau de transport sous l'angle des principes d'organisation spatiale et de la gestion des inégalités.

Chapitre IX : Perspectives et réflexions, neutralité scientifique et positionnement de l'aménageur

Qu'il s'agisse de géographie appliquée ou d'aménagement du territoire, tout travail portant sur l'organisation et le fonctionnement des territoires et visant une portée opérationnelle dans une démarche prospective ne peut évacuer l'aspect stratégique de la construction des territoires. Ainsi, les politiques menées à différentes échelles sur la tenue des aménagements territoriaux doivent être prises en compte, ainsi que le sens qui leur est conféré. Dans ce domaine, l'évolution des politiques d'aménagement du territoire de l'Etat français est exemplaire, passant d'une redistribution en vue d'une « meilleure répartition des hommes et des activités » à des programmes exhortant à la « compétitivité des territoires ». Cela montre que le contexte politico-économique n'est pas anodin en la matière. Qu'elles soient fortement politisées ou non, les actions d'aménagement (et en particulier celles ayant trait au transport) représentent, plus ou moins directement, l'ambition découlant d'une stratégie globale définie par les différentes autorités de décision. Ainsi, l'intégration des inclinations locales dans notre recherche s'est faite à différents niveaux par la consultation des documents officiels d'urbanisme et de planification. Elle a été complétée, de manière moins formelle, par une lecture de la presse locale. Cette intégration s'est faite à différentes étapes du travail, d'une part en préalable à l'analyse, avec en particulier la sélection des sites métropolitains, et d'autre part en préliminaire de la formulation des scénarios, afin qu'ils ne soient pas déconnectés des aménagements susceptibles d'être effectivement réalisés. La démarche générale de la thèse demeure néanmoins principalement basée sur les réseaux en eux-mêmes, tout en intégrant leurs performances territoriales. En effet, les analyses, la définition des dysfonctionnements et la formulation des scénarios ont été guidées par les réseaux de transport proprement dits. Les stratégies de construction territoriale sont bien entendu implicitement prises en compte dans cette approche. Ainsi, le rapprochement de Nice et Marseille correspond à une volonté de la région PACA, tout comme celui de Lens et Lille, thème récurrent chez les élus nordistes et pas-de-calaisiens. Les politiques locales ne sont donc pas évacuées. En revanche, l'approche neutre développée dans ce travail ne formule pas explicitement la stratégie de développement des territoires qu'elle défend. Il s'agit moins de répondre à une commande des décideurs locaux, voire à une politique d'aménagement globale (un modèle en quelque sorte) que de proposer des aménagements ayant un sens rétistique et territorial. Cette posture a l'avantage de concevoir les réseaux de transport comme un objet de travail propre et ainsi de se saisir de toute leur richesse d'enseignements (tout le travail sur la capillarité, les parallèles rétistiques entre deux régions si différentes et les éclairages sur la

modulation de l'organisation de l'espace topologique en centres et en périphéries[29] n'auraient pas été possibles sans une prise de recul vis-à-vis des injonctions territoriales). En revanche, cette approche réduit le champ des stratégies d'aménagement dans une région métropolitaine à son aspect transport. Les limites du travail sont d'ailleurs sans doute principalement dans cette prise en compte imparafaite des réalités locales.
C'est pour y remédier que ce chapitre final traitera des perspectives théoriques et stratégiques suscitées par le travail, ainsi que des perfectionnements méthodologiques susceptibles de les accompagner, entre neutralité scientifique et positionnement de l'aménageur. L'ambition est de remonter du niveau des potentialités de l'objet technique « réseau de transport » vers les grandes orientations d'aménagement du territoire.

Ainsi, la première partie montrera comment les aménagements soumis, proposés, discutés ou évoqués dans ce travail peuvent être assimilés à des modèles d'aménagement relevant de partis pris idéologiques.
L'établissement d'un cadre d'analyse dans lequel situer nos travaux permettra d'interroger ces modèles de manière non plus appliquée mais théorique.
Enfin, la recherche d'un optimum, théorique avant d'être réel, nous rapprochera de la neutralité du chercheur par l'intermédiaire de la quantification, ce qui amène à questionner nos outils.

[29] Cf. Chapitre VII

IX.1 Propositions concrètes et influences théoriques

L'objet de cette partie est de mettre en perspective les simulations proposées dans le chapitre précédent. Si elles ont été guidées par une logique de fonctionnement en réseau teintée de considérations locales, elles n'en sont pas moins implicitement porteuses de stratégies d'aménagement générales dans les régions métropolitaines. Après avoir rendu compte des concepts porteurs qui permettent de prendre du recul par rapport aux applications locales, nous présenterons les modèles reconnus d'organisation des transports dans une région métropolitaine.

IX.I.1 Inégalités et hiérarchies au cœur des considérations

Dans la première partie, le double effet de la métropolisation a déjà été introduit. Un mouvement intégratif permet aux espaces métropolitains de se connecter à un réseau de niveau international par l'intermédiaire d'un disjoncteur, dans le sens d'une passerelle, qui est bien souvent la ville-centre. L'intégration physique, économique ou fonctionnelle des espaces dans la métropolisation a été mise en relief par de nombreux auteurs (Beauchard 1996, Lacour et Célimène 1997). S'oppose à ce mouvement un effet ségrégatif de la métropolisation, qui de l'avis général a contribué à creuser les ségrégations et inégalités, notamment par les inégalités d'accès aux réseaux (Bassand, Kaufmann et Joye 2007, Graham et Marvin 2001, Gaschet et Lacour 2009). Les transports métropolitains cristallisent de manière mécanique ce double processus autour des notions d'inégalités et de compétitivité.

En effet, les régions se trouvent tiraillées entre deux injonctions.
D'un côté, il s'agit du besoin de compétitivité au niveau européen, omniprésent dans les documents d'urbanisme et bien souvent traduit par un accès au réseau européen à grande vitesse ou à défaut au réseau aérien. Les documents de la DIACT sont éloquents à ce sujet (DATAR 2005). Les notions d'offre territoriale ou d'attractivité, bases des stratégies régionales insufflées par la DIACT ou les instances européennes, contiennent d'ailleurs, explicitement ou pas, des éléments d'accessibilité externe et interne (Camagni 2005, Thiard 2005). Roberto Camagni explique bien que les tenants de l'économie régionale, que sont l'attractivité et les districts industriels, sont étroitement dépendants des performances des réseaux de transport.
D'autre part, la nécessité de conserver une cohérence territoriale interdit de trop grandes inégalités. Au-delà des considérations économiques, la notion de cohésion s'est imposée comme un objectif assumé d'aménagement régional. L'Union Européenne, par l'intermédiaire du SDEC (Schéma de Développement de l'Espace Communautaire), défend d'ailleurs fermement un objectif de cohésion territoriale (SDEC 1999). En effet, de la même manière qu'au niveau national il y a quelques décennies, on a encouragé une meilleure répartition des richesses et mis en place des politiques de « rééquilibrage ». Les instances européennes

prônent aujourd'hui un développement équilibré des territoires encourageant la solidarité, c'est-à-dire la cohésion. Ces politiques sont parfois vues comme une recomposition des territoires fragmentés par les dynamiques ségrégatives (Governa et Salone 2005). Les différences d'accessibilité contribuent en grande partie à ces ségrégations.
Ainsi, les problématiques sociales ne sont pas exclues du propos des transports dans les régions métropolitaines : les déséquilibres, dysfonctionnements, disparités relevées dans le travail reflètent en fait des inégalités. En effet, les sous-espaces dessinés dans l'analyse sont surtout représentatifs des sociétés qui les habitent. Des individus et des groupes sociaux parcourent les réseaux et tour à tour bénéficient ou subissent des gains ou des pertes de temps. Ces inégalités ont été conceptualisées par les géographes et les sociologues à la fois comme marqueurs d'une « nouvelle organisation spatiale » dominée par l'information et causes de la ségrégation métropolitaine (Bassand 1997, Bassand et Kaufmann 2000). De plus, quand elles mènent à l'exclusion sociale, ces inégalités deviennent difficilement acceptables par la société, et se manifestent par des phénomènes de marginalité ou de délinquance (Bassand et Kaufmann 2000, May, Veltz, Landrieu et Spector 1998). Sans aller jusque-là, les processus d'appropriation des réseaux de transport sont fortement contraints par les inégalités.

La réduction ou la limitation d'inégalités et la recherche de compétitivité façonnent les politiques à toutes les échelles. Dans le cadre de la région métropolitaine, elles peuvent mener à des arbitrages difficiles ou à des conflits, et sont en tout cas sujettes à analyse.
Par exemple, dire que Maubeuge est enclavée revient à faire part d'une inégalité territoriale concernant l'espace représenté par la gare de Maubeuge. Or, quelle est la solution ? Intégrer Maubeuge à un réseau rapide qui la rapprocherait de Lille *via* Valenciennes réduirait certainement les inégalités au sein de la région Nord-Pas-de-Calais. Cependant, à l'échelle de la Sambre-Avesnois, cela reviendrait à augmenter les inégalités d'accessibilité entre Maubeuge et Aulnoye-Aymeries. Une solution est envisageable : proposer un service intégrant Aulnoye dans la relation rapide. Au sein de l'Avesnois, les villes d'Avesnes ou de Dompierre-sur-Helpe connaîtraient ainsi des inégalités encore plus profondes avec leurs voisines. Dans l'hypothèse où le raccordement au service serait assez efficace pour effacer ces inégalités locales, les habitants des quartiers périphériques de Maubeuge ne connaîtraient-ils pas une forme de ségrégation d'autant plus grande par rapport à ceux qui résident près de la gare, le différentiel d'accessibilité étant proportionnellement plus fort ? La course à la réduction des inégalités d'accès apparaît par cet exemple trivial comme infinie ou du moins fastidieuse.

D'autre part, on peut discuter du manque de compétitivité de Lens étant donnée sa position de deuxième ville de l'ancien bassin minier derrière Valenciennes. La mise en place d'un décrochage de la grande vitesse ferroviaire à Lens permettrait d'augmenter l'accessibilité et ainsi la compétitivité de Lens. Le réseau métropolitain se distingue par sa capacité à hiérarchiser les relations et ainsi faire émerger des nœuds au sein du réseau. Une relation à grande vitesse intégrant Lens à un Arras - Lille participerait donc effectivement à une qualification de Lens comme un pôle métropolitain compétitif. Lens, Douai et Arras, alors

dotés d'une relation à grande vitesse entre Paris et Lille, il serait légitime de penser que Béthune puisse aussi profiter de cet effet bénéfique du réseau de transport. Béthune desservie, l'agglomération d'Hénin-Beaumont ne pourrait-elle pas aussi gagner en compétitivité par l'intermédiaire des transports ? On arrive ici à la limite de pertinence de cette politique de compétitivité : elle ne vaut que par sa rareté. De la même manière la grande vitesse n'a pas de sens si les arrêts se multiplient.

Les logiques de hiérarchisation et de réduction des inégalités se heurtent ainsi à des limites dans les échelles de cohérence des politiques territoriales. De plus, elles se confrontent entre elles. La logique de hiérarchisation va tendre à isoler des relations pour leur attribuer une relation efficace et fonctionnelle qui va faire émerger les lieux ainsi reliés. À l'inverse, une politique de rééquilibrage va prôner un réseau plus homogène, dans lequel les lieux les mieux reliés ne se distinguent pas exagérément des autres.

A l'aune des notions d'inégalité et de hiérarchie, les résultats des simulations proposées prennent une teneur un peu différente. En effet, pour le Nord-Pas-de-Calais, nous avons mis en lumière la manière dont l'aménagement proposé valorisait la relation Lens - Valenciennes, parfois même au détriment des autres liaisons internes à l'ancien bassin minier. Cet aménagement a donc hiérarchisé les relations en transport collectif dans cet espace et créé des inégalités entre les pôles. Au contraire, la mise en place du tram-train entre Lille et Béthune doit être vue comme une stratégie de rééquilibrage puisqu'elle permet à un grand nombre de gares entre Béthune et Lille de bénéficier d'une accessibilité améliorée vers l'une et l'autre. De plus, cette relation améliore le Lille - Béthune en termes temporels (gains de 13 minutes dans un sens et de 15 dans l'autre), on peut donc dire que l'aménagement fait aussi gagner Béthune en compétitivité. Ce double avantage a été présenté comme argument pour la mobilisation du tram-train dans nos simulations. Cependant, on pourrait arguer qu'à l'échelle de l'ancien bassin minier, cet aménagement conduit à des inégalités entre Béthune et les autres pôles, qui sont moins bien lotis dans leur relation vers Lille. Tout aménagement est ainsi à la fois créateur et réducteur d'inégalités à des échelles différentes. Ils se justifient ainsi par une politique territoriale affichée.
Dans notre exemple, la question reste posée : quelle politique territoriale peut justifier une perte de 29 minutes entre Douai et Béthune au profit d'un gain, fût-il du même ordre de grandeur, entre Lens et Valenciennes ?

Pour la région PACA, les mêmes problématiques se retrouvent, épurées par la concentration des gares sur une seule et même ligne. Ainsi, la LGV est nettement un aménagement visant à la compétitivité et il se trouve que le RER PACA est de la même manière apparu comme une hiérarchisation. Concrètement, une structure pyramidale très claire s'est mise en place au sommet de laquelle trônent Marseille et Nice. Les inégalités les plus criantes, manifestées par des pertes de temps, sont sans doute celles que subissent Toulon par rapport aux deux centres principaux et Antibes ou Grasse par rapport à Cannes.

Là encore, la justification des choix faits doit être à la mesure des pertes de temps : une heure de plus entre Toulon et Grasse dans les deux sens, par exemple.

Il apparaît donc que les aménagements de transports, quels qu'ils soient, entrent inévitablement dans un processus dialectique de réductions d'inégalités ou de développement de centralité par la hiérarchisation qui change à chaque échelle. Tel impact à telle échelle sera inverse à une autre échelle. Ce jeu multiscalaire rend difficile l'établissement de référents stratégiques ou idéologiques clairs. Ces référents territoriaux à l'action sur les transports nous paraissent être définis de plusieurs éléments :

- la hiérarchie des lieux. Il est nécessaire pour orchestrer la hiérarchie des nœuds en conséquence de connaître la hiérarchie actuelle ou souhaitable des lieux.
- les territoires impactés par l'aménagement. Bien sûr, la région métropolitaine est le territoire visé par ces politiques, mais l'aménagement régional ne peut évacuer les problématiques locales. On l'a vu, les différentes échelles emboîtées : la ville, l'agglomération, le sous-espace régional (correspondant tantôt à un espace métropolitain, tantôt à une aire urbaine, tantôt à un département, selon la nature des unités spatiales qui la compose) et la région partagent les mêmes réseaux de transport et une partie de leur problématique.
- **le seuil de pertinence de l'aménagement**. C'est en effet là que se font les choix. Au niveau supérieur, la région est considérée d'un seul tenant et seules les relations externes sont analysées. La capitale régionale est favorisée dans sa compétitivité. Au niveau le plus bas, toutes les polarités locales sont prises en compte, le réseau de transport doit alors veiller à ce que les inégalités soient réduites. En suivant cette échelle théorique, on peut estimer que le projet de LGV PACA proposé place le seuil derrière Nice mais devant Toulon alors que celui de RER Côte d'Azur le place entre Monaco et Cagnes-sur-Mer. À partir de ces seuils, les questions d'inégalités et de hiérarchies peuvent être posées de manière plus efficace entre nœuds de même dimension.

Rappelons que l'objectif n'est pas ici d'établir des règles d'aménagement des transports dans une région métropolitaine, mais que la démarche est inverse : en partant des pratiques et des exemples, comment retrouver des modèles théoriques ? Dans cette optique et à ce stade, nous pouvons donc affirmer que les modèles de stratégies territoriales se caractérisent par un positionnement idéologique concernant la dialectique entre réduction des inégalités et développement des centralités. Elles définissent aussi un seuil de pertinence des aménagements qui répond à la question : quels pôles sont prioritaires par rapport aux autres ?

Ces jalons posés, il est en effet ensuite beaucoup plus aisé de justifier la perte de temps dans une relation que l'on jugera comme non prioritaire. Considérant Douai et Béthune comme des pôles d'un niveau inférieur par rapport à Lens et Valenciennes, leur relation a moins de sens dans la construction territoriale et les inégalités créées se justifient par la compétitivité accrue apportée aux pôles principaux. La même gymnastique peut être effectuée pour le Toulon - Grasse : même si pour ce cas les pertes paraissent excessives, ces deux pôles ne font pas

partie du même sous-espace, ni de la même échelle de pertinence (on a un pôle secondaire régional et un petit pôle secondaire azuréen).

Passons en conséquence aux modèles proprement dits.

IX.1.2 Des principes d'organisation spatiale pour proposer des structurations territoriales de régions métropolitaines

L'organisation des réseaux de transport dans une région métropolitaine fait ressortir des principes, et peut être représentée par des modèles.
En effet, en s'appuyant sur les principes d'organisation territoriale de mixité, densité et polycentralité énoncés par Luc Vodoz (Vodoz 2004) on peut en établir une déclinaison orientée vers les réseaux de transport. Ces principes sont présentés comme des préconisations d'aménagement, notamment dans des opérations visant à limiter les consommations énergétiques : « *Les urbanistes et autres professionnels de l'aménagement du territoire ont dévellopé diverses stratégies visant à maîtriser les paradoxes et défis territoriaux que suscite notre mobilité exacerbée* ». Elles relèvent donc d'une logique normative d'aménagement, mais il n'est pas exclu qu'on en observe les caractéristiques dans des situations existantes. Ces modèles cadrent avec des objectifs de structuration territoriale par les réseaux de transports collectifs, puisqu'ils proposent des organisations rigides et économes en déplacements, dans un élan de structuration des mobilités.
Ces trois principes sont formulés tels que suit :

-Censée réduire les déplacements, **la mixité** se définit par la présence du maximum de fonctions à chaque échelle possible. Précisons bien que cette stratégie correspond à la mixité fonctionnelle, et non à la mixité sociale, autre politique d'aménagement du territoire.

-Visant à raccourcir les déplacements et limiter l'occupation du sol, **la densité** se traduit par la concentration des aménités dans un centre unique à chaque région métropolitaine.

-**La polycentralité** propose une répartition optimale des équipements ou ressources. Pour obtenir cet optimum, les équipements relatifs aux fonctions métropolitaines de haut niveau doivent se structurer autour de plusieurs centralités existantes ou en émergence, ce qui confère à ce schéma un caractère polycentrique (Vodoz 2004).

Notons la polycentralité se reflète dans le concept territorial du polycentrisme. La différence entre les deux termes tient au fait que le polycentrisme tend à devoir être considéré comme une doctrine, une ligne directrice d'aménagement portant les préceptes d'une certaine vision, compréhension, idée du territoire et destinée à être appliquée. En effet, le suffixe « -isme », du latin « *-ismus* », est souvent utilisé pour former un nom correspondant à une doctrine, un dogme, une idéologie ou une théorie (libéralisme, communisme, anarchisme, abolitionnisme, etc.)

Ainsi ce suffixe imprime, à la différence de « –ité », du latin « *–itas* », qui est plutôt le révélateur d'une qualité ou d'une fonction, un caractère volontariste.
Dans le cas du polycentrisme, les idées véhiculées renvoient à celles de la « justice spatiale », comme traduction par l'aménageur de la justice sociale de John Rawls (Rawls 1987)[30], (Baudelle et Peyrony 2005). Les modalités d'application du polycentrisme ont été largement relayées autour du concept de polycentrisme maillé au niveau national (Baudelle et Peyrony 2005) et européen (SDEC 1999). Bien que scientifiquement sujet à la critique, ce concept présente un intérêt normatif indéniable (Kohler-Koch 1999) et de fait prend une place croissante dans l'aménagement du territoire européen (Baudelle 2005, Baudelle 2007). Il est par ailleurs intéressant de remarquer que la mixité est souvent implicitement énoncée comme le modèle de justice spatiale, car cette politique, institutionnalisée par les lois LOV (Loi d'orientation pour la ville) et SRU (Loi relative à la solidarité et au renouvellement urbain), a comme objectif la lutte contre la ségrégation (Sueur 1998). Il apparaît toutefois, dans les réflexions concernant l'aménagement des territoires urbains et la justice spatiale, que la prise en compte des mobilités questionne ce statut de la ville mixte comme principale réponse aux enjeux de justice spatiale (Baudin 2003, Simon 2007).

A partir des considérations terminologiques précédentes, le polycentrisme peut donc être vu comme une construction politique de la situation spatiale multipolaire. En outre on peut examiner la distinction entre « centre » et « pôle ». Selon le dictionnaire de géographie (Moriconi-Ebrard 2003), l'utilisation du mot pôle est un emprunt transdisciplinaire (« *En géographie, les mots "pôles", "polarité" et " polarisation", repris par analogie avec des sources hétérogènes au sein de la physique…* »). Le pôle est en l'occurrence le point de convergence des lignes de champs géomagnétiques et également l'attracteur de la matière (soit, en géographie, hommes, activités et informations), alors que le centre tient sa qualité de ses rapports de domination avec son environnement. La centralité n'est donc pas de nature géométrique, c'est une position relative aux nodosités de l'espace. Ainsi le pôle, pour prendre la position centrale, doit pouvoir « commander » aux autres pôles, c'est-à-dire afficher des fonctions de commandement, de pouvoir, d'administration et de décision, car « *Le Centre* » est le « *lieu de la décision et des pouvoirs* » (Brunet, Ferras et Théry 2003). Nous pouvons d'ailleurs évoquer le vocabulaire des années 1970 (OREAM : Organisations d'études d'aménagement des aires métropolitaines) et marquer l'opposition entre le « *pôle d'emploi* », composante fonctionnelle et le « *centre décisionnel* », de nature politico-administrative. En

[30] Deux principes fondent la justice comme équité :
« *-en premier lieu : chaque personne doit avoir un droit égal au système le plus étendu des libertés de base égales pour tous qui soit compatible avec le même système pour les autres.*
-en second lieu : les inégalités sociales et économiques doivent être organisées de façon que, à la fois, (a) l'on puisse raisonnablement s'attendre à ce qu'elles soient à l'avantage de chacun, et (b) qu'elles soient attachées à des positions et à des fonctions ouvertes à tous. ». La traduction territoriale prône comme objectif d'aménagement l'optimum entre efficacité économique et réduction des inégalités spatiales. Cette conception, centrée sur la personne et se voulant indépendante des situations réelles, présente les avantages de son caractère universel et structurel. La notion de justice spatiale a fait l'objet d'autres conceptualisations, notamment aboutissant à des définitions dites « procédurales » (Harvey 1992, Young 1990) de la justice spatiale, enrichie du concept d'oppression.

d'autres termes, le centre est nécessairement un pôle géographique, mais il est, de plus, enrichi du pouvoir et de la conscience d'organisation et d'administration des territoires. Nous sommes donc effectivement dans une construction politique de réalités spatiales. Notons, pour mettre un terme à cet approfondissement sémantique, que Luc Vodoz associe le terme de polycentralité au terme usité en Suisse de « *décentralisation concentrée* ».

En effet on peut considérer, sur le plan strictement morphologique, que le polycentrisme se distingue par un double processus composé de deux forces antagonistes. Ainsi, on opposera le desserrement, ou déconcentration, qui s'opère dans le territoire métropolitain de la ville-centre vers les polarités secondaires, à la concentration à l'intérieur de ces pôles.
Le polycentrisme promeut donc un usage localisé de la densification, mais aussi la déconcentration en créant, ou bien renforçant, des polarités secondaires affirmées ou potentielles. C'est donc un principe d'organisation à part entière, différent des deux autres bien qu'il mobilise l'un et l'autre.

Les organisations des réseaux correspondantes

Les principes d'organisation déclinés visent, entre autre, à appliquer des principes de gestion territoriale des réseaux dans des régions métropolitaines. Or, dans un raisonnement décontextualisé qui évacue les contraintes de l'existant, on peut réciproquement imaginer le type d'organisation des réseaux de transports correspondant à chaque modèle. En effet, à terme les principes énoncés peuvent inspirer une réorganisation de l'ensemble du système métropolitain, y compris, et même surtout, du système de transport. Ce raisonnement nous permet d'élaborer une grille de lecture des différents systèmes de réseaux de transport dans une région métropolitaine donnée, qui se situe toujours entre des modèles, ceux-ci étant perçus comme des situations « extrêmes ». Le raisonnement étant théorique, les figures suivantes sont construites sur un substrat de départ représentant une distribution théorique aléatoire, quasiment christallerienne, de points dans l'espace. Ces points ont pour rôle de représenter les entités urbaines susceptibles de générer des relations et donc des déplacements.

La mixité suppose que la plupart des fonctions se retrouvent dans chacun des points du réseau, pour limiter les déplacements. Le réseau correspondant tend donc à être minimisé. Cependant, si l'on souhaite organiser le réseau selon le principe d'organisation spatiale de mixité, alors le poids donné aux différents points de l'espace sera identique pour tous les nœuds. La logique sous-jacente conduit à un réseau qui, bien que censé minimiser les déplacements, doive assurer l'homogénéité spatiale, et donc l'absence de hiérarchisation. L'organisation qui va émerger est la figure du réseau maillé (figure IX-1).

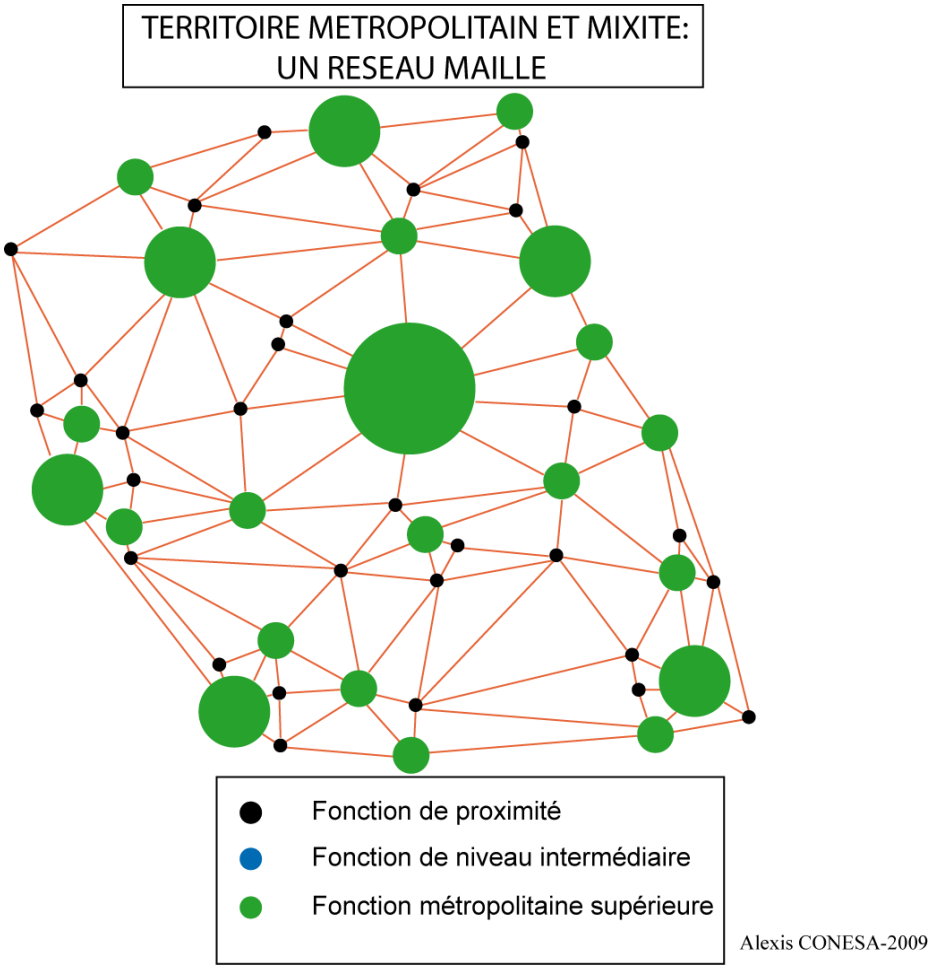


Figure IX- 1 : Territoire métropolitain et mixité : un réseau maillé

Le principe de densité nécessite quant à lui un réseau favorisant la concentration des fonctions de haut niveau dans un centre dominant. Cette concentration, dans une région urbaine, se traduit par une densification du centre. Ainsi l'accès à ce centre, et donc à toutes les fonctions, doit être facilité et privilégié pour tous les points de l'espace. Le réseau sera donc de type stellaire (figure IX-2).

En outre, la hiérarchie urbaine induite par cette organisation va à son tour hiérarchiser les réseaux et faire émerger un réseau principal, discriminant certaines relations. En l'occurrence les radiales directes constitueront le réseau principal.

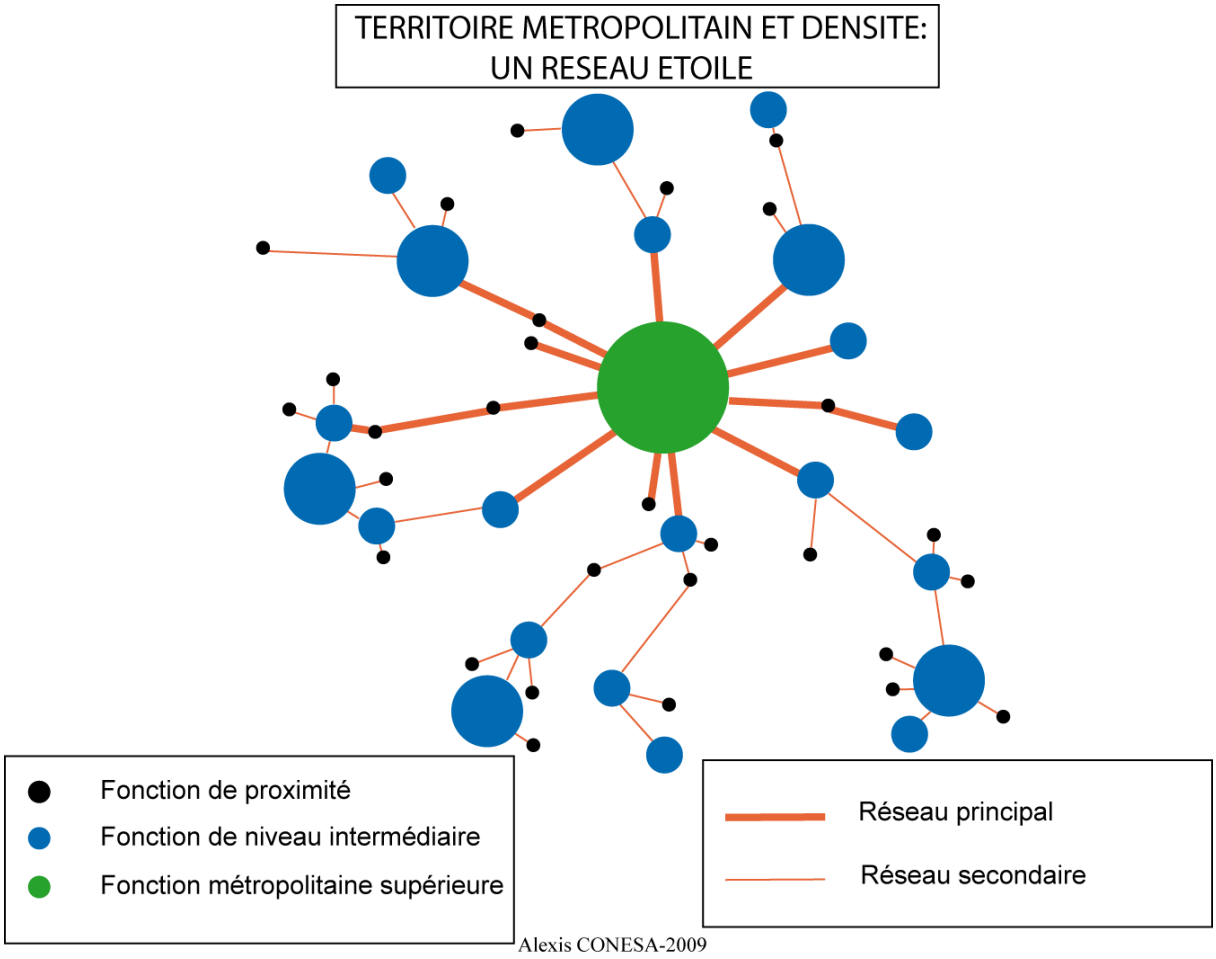


Figure IX- 2 : Territoire métropolitain et densité : un réseau stellaire

Contrairement aux autres principes, la polycentralité n'a pas pour objectif de réduire les mobilités, mais d'optimiser l'utilisation des réseaux. Apparaît alors une situation intermédiaire, du point de vue de la structuration du réseau, dans laquelle l'étoile se combine à un maillage entre les centres (figure IX-3).

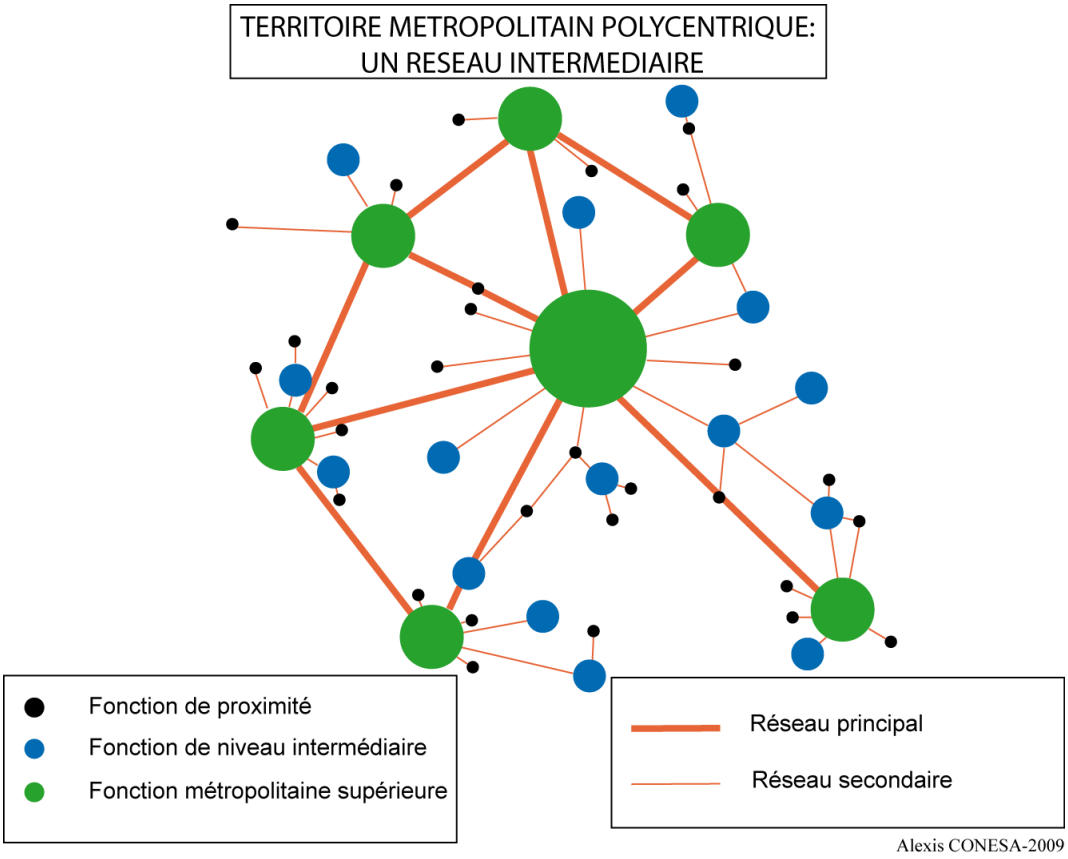


Figure IX- 3 : Territoire métropolitain polycentrique un réseau intermédiaire

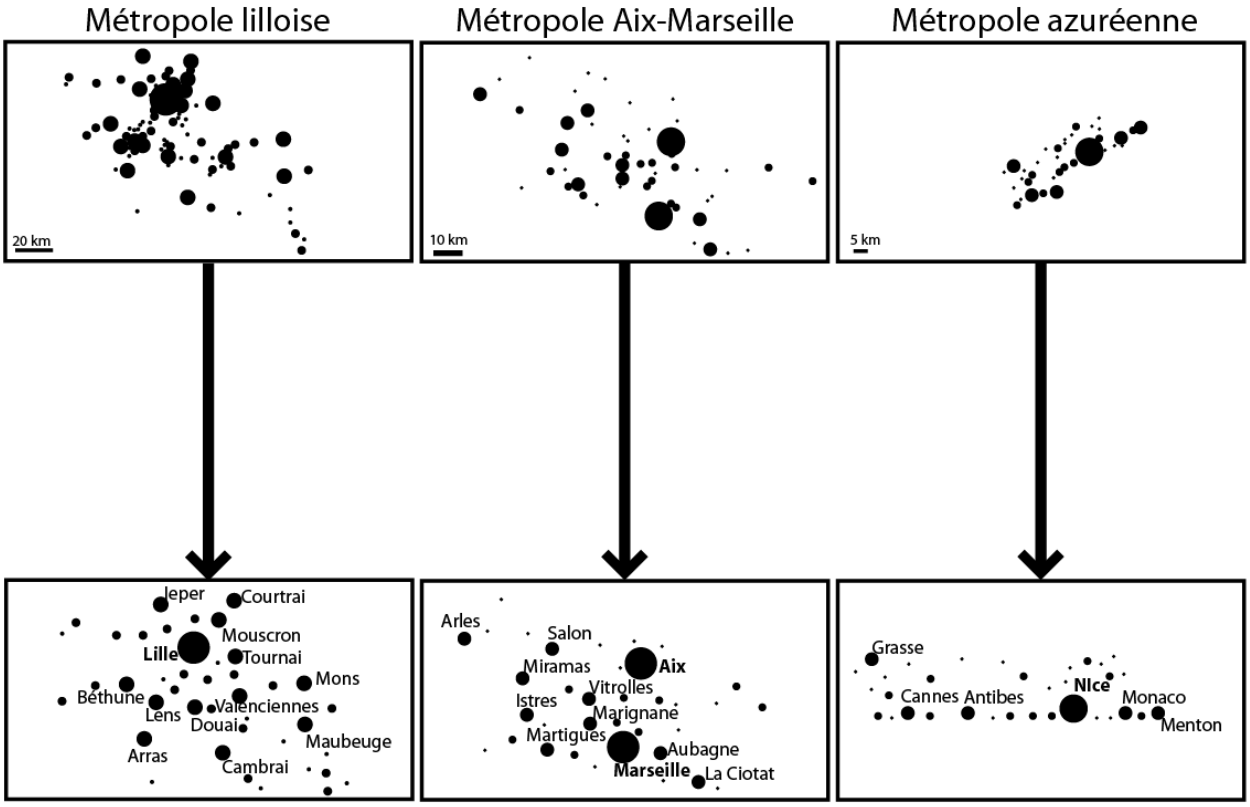
Vers une généralisation des possibilités

La diversité de ces schémas s'inscrit dans une échelle entre l'homogénéité et la hiérarchisation dans l'organisation des réseaux (desserte) et dans l'organisation territoriale (distribution des fonctions).



Figure IX- 4 : Tension homogénéité - hiérarchie

La figure IX-4 introduit l'idée que si, en ce qui concerne la région métropolitaine, l'aménagement des réseaux peut répondre à une ligne directrice globale, ponctuellement, sur des opérations partielles, le choix se situe en grande partie entre homogénéité et hiérarchisation.
Si cette généralisation instaure une simplification dans la manière d'appréhender les possibilités d'action sur les systèmes territoriaux et rétistiques, elle ne doit pas conduire à perdre de vue la diversité des territoires.
Ces schémas d'organisation réticulaire et territoriale peuvent être appliqués à nos terrains d'étude, cf. chapitre III pour les modalités de construction des schémas.

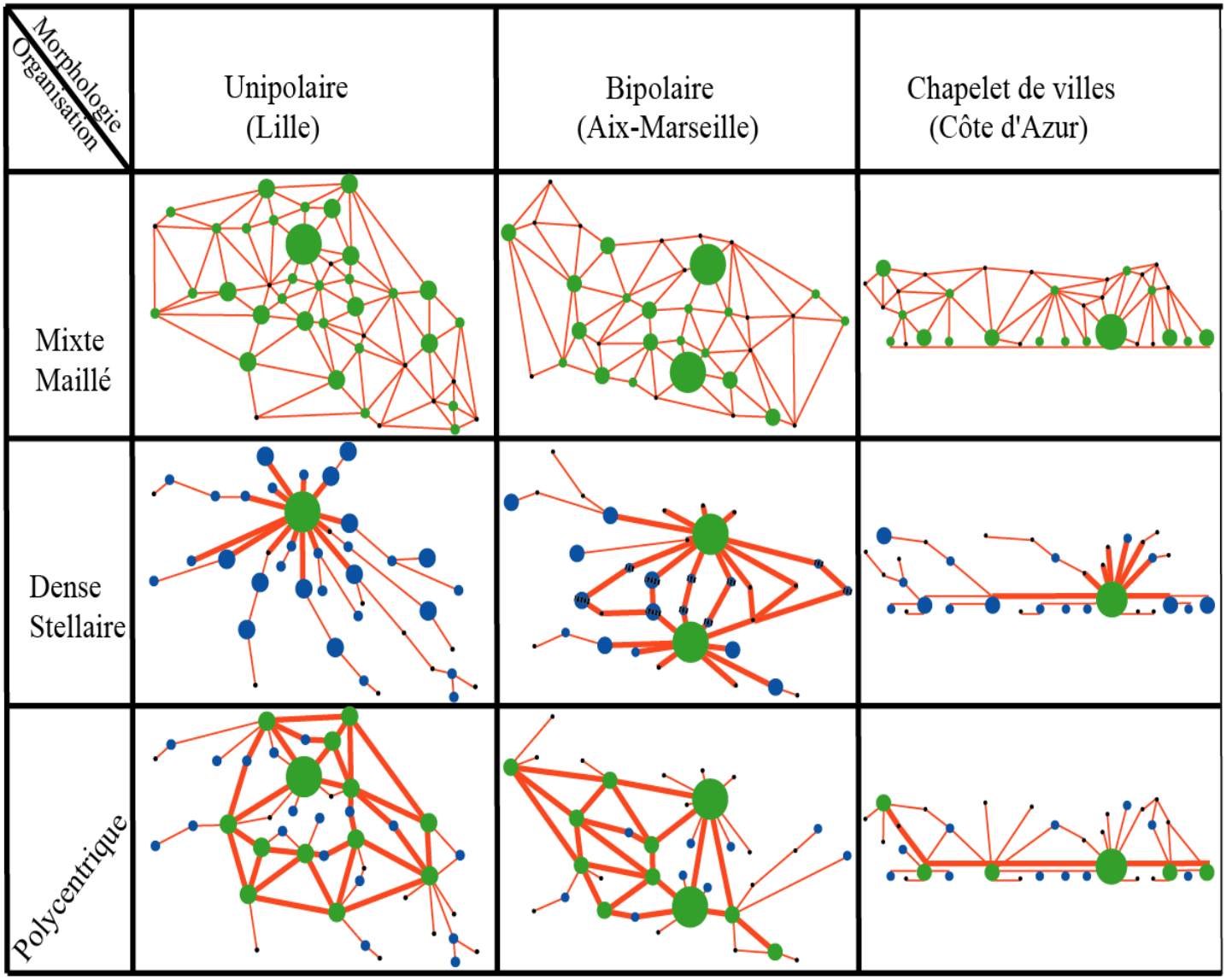


Alexis Conesa 2009

Figure IX- 5 : Semis urbains et modèles morphologiques

Les schémas de la figure IX-6 sont construits selon une règle simple. Partant des modèles morphologiques précédemment dessinés, les lignes de réseaux de transport sont tracées selon les logiques inhérentes aux principes d'organisation établis.
A savoir :
-relier chaque nœud au plus grand nombre possible d'autres nœuds indifféremment de leur niveau hiérarchique (logique de mixité).
-relier chaque nœud au nœud de rang un de la région métropolitaine ou par défaut au nœud de rang le plus élevé possible le plus proche (logique de densité).

-adopter la logique de densité mais en considérant les nœuds de rang deux comme des nœuds de rang un (logique de polycentralité).
En cas de « conflits » dans le tracé d'une ligne, l'arbitrage est réalisé en considérant la distance et la capacité d'attraction du nœud (son poids, dans le cas présent sa fonction). Parfois deux tracés sont acceptés par manque de primauté entre une option et l'autre.



Alexis Conesa 2009

Figure IX- 6 : Modèles confrontés aux morphologies métropolitaines

Remarquons que si l'on considère ce tableau du point de vue de la théorie des graphes, il apparaît alors une classification selon la topologie en ligne et la morphologie en colonnes. Ainsi ce tableau fait ressortir l'importance, dans une modélisation simplifiée selon un graphe, de tout ce qui n'est pas topologique, soit l'information qui n'est pas contenue dans la matrice d'adjacence.

Combinaisons, dynamiques et jeux d'échelles

Sur le plan de l'organisation, les possibilités sont multiples et se matérialisent par des aménagements. On peut citer en exemple le cas d'une région unipolaire dont les réseaux sont organisés autour d'un schéma stellaire auquel vient s'ajouter, dans une logique de maillage, une rocade ferroviaire. On aboutit alors à une situation intermédiaire. Le projet actuel de tramway en première couronne francilienne pourrait illustrer ce cas de figure.
Du fait des particularités et des évolutions de logiques, les situations locales sont toujours intermédiaires. Ainsi nous faisons l'hypothèse que les logiques à l'œuvre sont résumées dans les tableaux précédents et que les situations empiriques se placent entre ses différentes cases, et non au-delà.

Les principes d'aménagement métropolitain, à savoir la mixité, la densité et la polycentralité, correspondent à des logiques d'organisation des réseaux, respectivement le maillage, la logique de l'étoile et une logique intermédiaire consistant en la création d'une armature principale entre les centres. La modélisation de ces correspondances a fait apparaître une grandeur générale, un axe sur lequel l'aménageur place son curseur, axe représentant la tension constante entre hiérarchie et homogénéité. L'aménagement contient effectivement de manière générale un double objectif de structuration autour d'une hiérarchie nécessairement discriminatoire et de généralisation du développement, donc de réductions des inégalités de tous types.
La réalisation du tableau se veut un référent à la complexité des géographies locales.

Conclusion

La mise en perspective des résultas des simulations met en lumière la tension entre la réduction des inégalités et l'établissement des hiérarchies. Il est alors intéressant de remarquer que cette contradiction se pose en des termes très concrets dans les politiques territoriales composées au niveau national ou continental.
Un tableau théorique permet de concevoir cette tension et de la légitimer en référence à trois principes d'organisation spatiale, qui nourrissent trois conceptions différentes de la structuration des territoires métropolitains.
Ces modèles théoriques sont-ils effectivement applicables ? Un de ceux-là peut-il permettre de justifier nos simulations ? Peuvent-ils guider des aménagements des transports ou des aménagements du territoire ?
Pour apporter des éléments de réponse nous formalisons les relations réseaux/territoires dans un système.

IX.2 Le système réseau/territoire, cadre d'analyse

La référence à des modèles théoriques permet de légitimer des politiques territoriales. Cependant l'application de ces modèles dans des cas précis interroge. Ces modèles se rapportent à une politique d'aménagement à l'échelle d'une région métropolitaine. Plus largement, leurs préconisations sont à comprendre dans un cadre formel et systémique des interrelations entre transports et territoires, ce qui est l'objet de la première partie.
La deuxième partie exploite cette formalisation dans un but opérationnel, où les politiques territoriales se manifestent. Cette double application des modèles, par le réseau ou par le territoire, repose la question de la comparabilité de ces modèles.
La troisième partie cherche à déterminer lequel de ces modèles est le plus apte à gérer la contradiction entre la réduction des inégalités et l'établissement de hiérarchies.
Enfin la quatrième partie vise à positionner notre contribution dans cette réflexion entre les modèles théoriques et les applications locales.

IX.2.1 Complexité des relations transport / territoire

Les premières parties de la thèse ont introduit l'idée d'interrelations entre transports. Nous chercherons ici à concevoir cette situation dans un cadre formel.
Les réseaux de transports jouent le double rôle d'objet d'études et d'outil d'analyse, en particulier quantitative, pour une meilleure appréhension des territorialités et des processus spatiaux. Nous proposons une abstraction de l'objet transport comme ensemble des **moyens** de territorialisation mobilisant la notion de déplacement d'un point à un autre. De l'autre côté, les territoires sont aussi un objet d'études.

Nous avons choisi de diviser les interrelations entre ces deux domaines en deux groupes. En effet, dans un premier temps, et puisque le raisonnement est dynamique, chaque sous-système doit gérer les contraintes et opportunités qui lui sont imposées de la part de l'autre sous-système. Ainsi le développement des transports doit se construire au sein d'un contexte territorial donné. Les contingences géographiques ou démographiques vont en effet dessiner les nodosités que les réseaux de transports devront desservir. De plus le contexte institutionnel et politique va nécessairement faciliter certains aménagements et occulter d'autres, sans que ces choix répondent à une logique stricte de transport.
Inversement, l'aménagement du territoire s'appuie obligatoirement sur un « squelette » composé des réseaux existants, qui est susceptible de jouer le rôle d'épine dorsale du développement territorial. L'exemple de l'impact de l'étendue des réseaux ferrés sur la conceptualisation des politiques de transport et d'urbanisme est abordé dans (Kaufmann, Sager, Ferrari et Joye 2003) sur les grandes villes suisses. Les auteurs montrent que les contextes bernois et bâlois offrent un « *champ des possibles* » plus étendu que leurs homologues lausannois et genevois, dans l'esprit des acteurs de l'aménagement au moins, ce

qui leur confère un rôle non négligeable. L'importance déterminante de la morphologie et de l'historique des politiques de transport et d'aménagement est d'ailleurs l'une des conclusions générales de l'ouvrage. La question de l'adaptation de la ville à son système de transport ou de l'adaptation du système de transport à la géographie de la ville est aussi mise en avant par Robert Cervero (Cervero 1998), voir le Chapitre I.

Ainsi l'adaptation peut se réduire à une application d'une politique sous contraintes. Entendons par cela qu'un aménagement des transports répond à des politiques territoriales sous des contraintes de l'existant (squelette et contexte géographique et territorial) auxquelles viennent se mêler les contraintes dues aux logiques propres au transport. Telle ligne de tramway va répondre essentiellement à une politique de développement d'un quartier à enjeux, donnant naissance à un projet pas nécessairement prioritaire du point de vue de la politique des transports. *A contrario*, une ligne ferroviaire portant des qualités rétistiques mesurables, comme un gain de connectivité du réseau, peut se révéler un aménagement incompris par les acteurs du territoire.

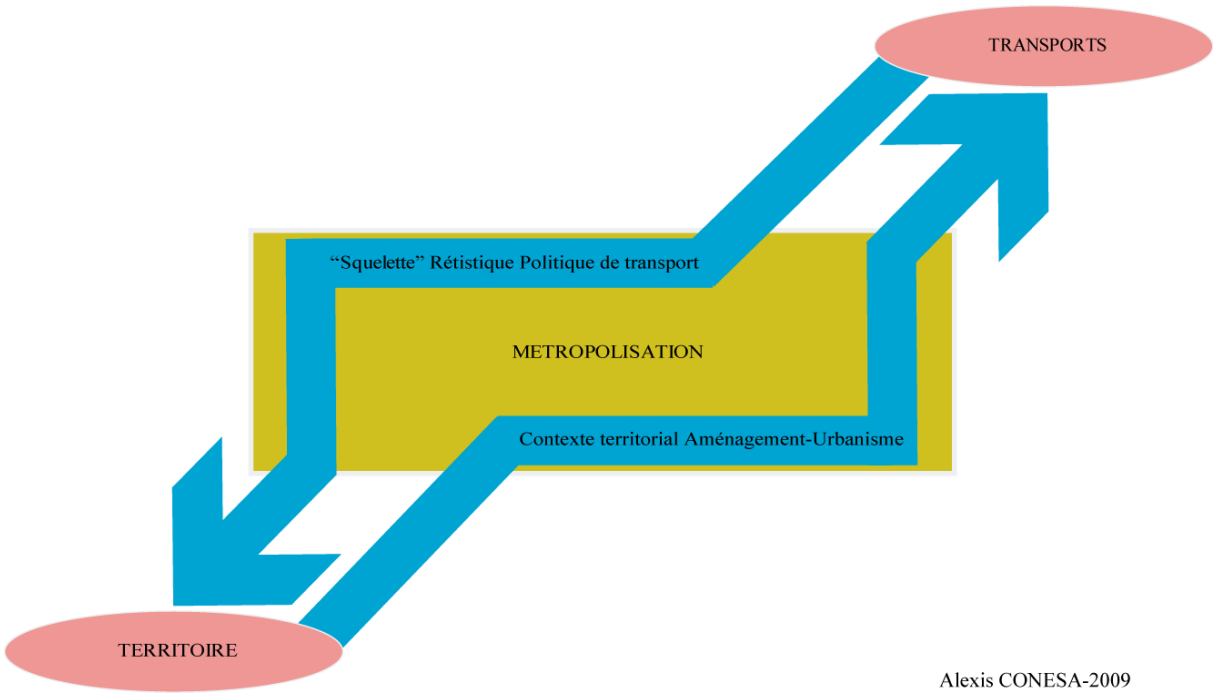


Figure IX- 7 : Un essai de représentation des relations transport/territoire

Dans une optique opérationnelle d'aménagement du territoire, la prise en compte des effets de chaque changement sur l'ensemble du système est nécessaire. La démarche s'inscrit dans le passage de la planification à logique déductive, dans laquelle la création d'infrastructures répond à des problèmes de transports, à la planification à logique inductive, où la découverte d'intérêts communs aux acteurs, à différentes échelles géographiques, aboutit au projet (Bailly et Widmer 1999). En effet il semble maintenant de plus en plus nécessaire de penser le territoire, et la ville en particulier en harmonie avec le développement des transports. De manière concise et lapidaire nous pouvons reprendre la phrase de Pierre-Alain Rumley, directeur de l'Office de développement territorial en Suisse « *L'aménagement du territoire et*

les transports s'influencent mutuellement et doivent donc être coordonnés. Cela est évident. » (Kaufmann, Sager, Ferrari et Joye 2003). Dans le même ouvrage, page 15, Jean-Marc Offner identifie trois formes habituelles de coordination des transports et de l'urbanisme dans les sociétés européennes : les innovations procédurales comme les PDU en France, les redécoupages territoriaux visant à réduire le nombre de décideurs et la gestion par projets, le chef de projet ou maître d'ouvrage occupant la position du coordinateur pour une action ponctuelle. Cette prise de conscience générale est à lier dans l'appréhension politique et opérationnelle du problème transport/urbanisme comme un passage du gouvernement, mode de gestion autoritaire à tendance sectorialiste, à la gouvernance, coordination projectuelle *ad hoc* d'acteurs publics et privés porteuse de transversalité mais au cadre nécessairement beaucoup plus flou et parfois insaisissable (Kaufmann, Sager, Ferrari et Joye 2003).
Cette évolution dans la gestion des problématiques de transport et d'urbanisme interroge aussi les rapports entre l'individu et la société et entre les aménageurs et les usagers. Ainsi, nous avons préalablement à l'analyse mis en relief le rôle des trajectoires individuelles dans la construction des territoires, notamment par l'intermédiaire de la notion d'appropriation (voir chapitre IV). Il est de la même manière nécessaire de situer le rôle des pratiques et des représentations individuelles dans le système transport/territoire.
Alors que les usages manifestent une appropriation des réseaux de transport, et ainsi donnent corps à un aménagement, les individus et les ménages jouent aussi un rôle en amont des décisions. Jusque là nous avons considéré les pratiques des individus comme contribuant à l'émergence de structures spatiotemporelles, mais dans ce chapitre conclusif il faut aussi introduire au rôle des individus dans le processus décisionnel. Les usagers du transport deviennent ainsi des acteurs du territoire, notamment par l'intermédiaire de la concertation.

L'intégration des usagers dans les processus d'analyse des projets et de prise de décision en matière d'aménagement est matérialisée par la géo-gouvernance. Défini par les géopoliticiens canadiens comme le « *moyen d'assurer la coordination du système quand ressources, pouvoir et informations sont largement distribués dans l'espace* » (Paquet 2005), la géo-gouvernance s'appuie sur une démarche participative qui permet d'intégrer le public dans le processus de décision. La participation de tous les citoyens concernés par un projet à référent spatial est en effet désormais encouragée pour les questions d'environnement, comme le précise le 10e principe de la déclaration de Rio (ONU 1992). Les géographes investissent le concept de géo-gouvernance dans une tendance récente. Notamment, *« les géographes français appartenant à l'unité de recherche ESPACE qualifient par le terme « géogouvernance » la démarche qui consiste à utiliser les méthodes d'analyse géographique et socio-spatiale pour rendre intelligible la complexité du territoire. La connaissance résultante, complémentaire à d'autres, est mise à portée des différentes catégories d'acteurs, tout au long de la chaîne de construction d'un projet de territoire, afin de mettre en œuvre une gouvernance territoriale partagée.* » (UMR ESPACE 2009).
Les géographes insistent ainsi sur la mobilisation des méthodes d'analyse spatiale ou spatiotemporelle ainsi que des études des ressentis des différents acteurs vers des diagnostics territoriaux pouvant concerner les différents acteurs d'un territoire. La question de

l'acceptabilité des projets de transport est en partie saisie par la géogouvernance. En effet, nous l'avons mis en lumière précédemment, le choix entre différentes politiques de transport ou entre différentes stratégies d'aménagement est souvent laissé à la discrétion des décideurs. C'est à eux qu'incombe par exemple le choix entre la hiérarchisation ou l'homogénéisation des relations physiques entre les lieux du territoire. Dans une démarche de géogouvernance, le choix ne doit-il pas être partagé par le plus grand nombre d'acteurs différents ? L'acceptabilité n'est-elle pas à intégrer **en amont** des analyses et modélisations et non uniquement en aval, lorsque ces mêmes analyses sont déjà effectuées ? Une des perspectives qu'ouvre le travail de thèse peut donc être l'intégration des représentations des différents acteurs au moment du processus de modélisation.
D'autre part, une fois l'analyse effectuée, les outils d'aide à la décision produits dans cette thèse ne doivent pas seulement être à l'adresse des décideurs. Si les indicateurs développés peuvent paraître comme formulés de manière compliquée, leur niveau de compréhension peut être désagrégé : à quelle heure dois-je me lever pour effectuer une activité à une certaine heure en un certain lieu ? Puis-je ou pas intégrer un chemin d'accès à une fonction métropolitaine ?

La prise en compte des avis et des représentations individuelles en aménagement doit donc se situer **à la fois en amont et en aval** du travail de modélisation.

IX.2.2 Modifier le réseau ou modifier le territoire ?

Les relations entre réseaux et territoires sont donc modélisables dans un système. Une modification d'un élément entraîne ainsi le changement, plus ou moins important, de l'ensemble du système. Jusqu'à présent, la démarche adoptée dans le travail a été de partir d'un territoire existant ou souhaitable puis de juger et adapter les réseaux de transport en conséquence. Cependant, comme introduit dans la partie précédente, si les réseaux construisent du territoire, la réciproque est vraie. Ainsi, le développement de centralités contribue à hiérarchiser les réseaux correspondants et, à l'inverse, une politique de rééquilibrage aura tendance à homogénéiser les réseaux. Les réseaux sont des outils d'aménagement du territoire et à ce titre ils sont les marqueurs de volontés ou des contingences territoriales.
D'un point du vue opérationnel, agir sur les réseaux constitue certainement un moyen efficace d'appliquer des décisions ou des stratégies d'aménagement. Une autre alternative est d'agir sur les lieux derrière les nœuds, sur le territoire derrière le réseau.
L'action publique a été jusqu'à présent considérée uniquement dans son action potentielle sur les infrastructures et les services de transport. Il convient dans cette partie conclusive de retourner la logique et de considérer les aménagements sur les lieux qui consistent en une localisation de fonctions. En effet, le développement des hiérarchies ou la réduction des inégalités se fait par une stratégie d'allocation de fonctions (ou de facilitation dans

l'implantation des fonctions qui ne sont pas directement ordonnées par les pouvoirs publics) dans les différents pôles du territoire régional, comme introduit dans le chapitre IV.
Retournons donc notre démarche : au lieu d'aménager les réseaux à des fins de construction territoriale, simulons les politiques territoriales de gestion des hiérarchies qu'offrent les réseaux construits.

Pour le Nord-Pas-de-Calais, les structures mises en exergue peuvent ainsi ordonner une localisation des fonctions nouvelles. Si Lille émerge comme le centre d'accueil principal des fonctions métropolitaines de niveau international, les pôles reliés directement à Lille et à Paris par la grande vitesse comme Arras et Douai peuvent certainement prétendre à accueillir des fonctions métropolitaines aussi. Dans cette optique, l'implantation du Louvre II à Lens plutôt qu'Arras doit être comprise à notre sens comme une action de rééquilibrage territorial : si l'objectif était purement celui de compétitivité, il aurait été plus judicieux de placer ce grand équipement métropolitain directement sur la ligne Paris - Lille, à savoir à Arras. Le fait de sélectionner Lens paraît être un signe fort pour donner une chance à l'ancien bassin minier de construire un territoire autour d'une centralité forte, et ce avant de penser à l'attractivité de l'équipement vis-à-vis des pôles régionaux ou nationaux, voir à ce sujet (Gabet 2006).
La structure du réseau tel qu'il a été analysé en 2007 peut donner d'autres indications sur le développement des centralités. Calais ou Dunkerque, constituant les têtes de pont de la Côte d'Opale vers Lille, peuvent accueillir des fonctions métropolitaines alors que Boulogne par exemple sera plus concernée par des fonctions locales, en tout cas au regard des transports collectifs. Pour l'Est de la région, la même analyse peut être faite et place Valenciennes comme centre-relais de Lille. Une ville comme Orchies, de par sa situation privilégiée sur la ligne directe entre Lille et Valenciennes, peut par exemple porter des ambitions de développement et accueillir des fonctions de niveau régional.
Par ailleurs, une stratégie de rééquilibrage territorial pourrait amener à un développement des pôles périphériques comme Cambrai ou Saint-Amant-les-Eaux, mais beaucoup plus difficilement Maubeuge, pour laquelle le travail de mise en accessibilité paraît excessif.
L'espace de l'ancien bassin minier présente on l'a vu la particularité d'offrir un réseau assez dense et peu hiérarchisé. Dans ces conditions, la situation est propice à une politique de développement équilibré. On pourrait par exemple imaginer l'implantation de fonctions d'un niveau local (à l'échelle du bassin minier) dans les pôles secondaires comme Carvin, Liévin ou Somain.

De plus, les aménagements proposés précédemment ouvrent d'autres perspectives à d'autres échelles de pertinence. Les villes d'Ascq et de Lesquin sont celles qui bénéficient le plus des aménagements simulés. Toutefois elles ne semblent pas avoir vocation à accueillir des fonctions centrales à l'échelle métropolitaine. Tout au plus la présence de l'aéroport à Lesquin peut justifier certaines ambitions. À ce propos les simulations réalisées encourageraient presque un projet de troisième gare à grande vitesse à Lesquin, porté notamment par la CCI et Bruno Bonduelle, si les travaux précédents n'avaient montré que l'utilité de la desserte de

l'aéroport de Lille est réduite étant donnée l'efficacité de la relation ferroviaire Lille - Roissy-Charles de Gaulle (Bozzani 2005).
En revanche d'autres perspectives émergent des nouvelles conditions d'accessibilité.
La déconcentration des fonctions polarisantes peut viser un des arrêts de tram-train de la ligne simulée Lille - Béthune, comme Don ou La Bassée, pour une fonction de niveau régional. Le développement d'une polarité secondaire dans un de ces nœuds serait favorisé, sur le plan des transports collectifs en tout cas.
Enfin, à l'échelle de la ville de Lille, il en est de même pour les possibilités ouvertes dans les quartiers Sud grâce à la gare de Saint-Sauveur. Les projets d'Euralille 2 ou du Faubourg des Modes ne sont que des exemples des aménagements possibles dans ces quartiers actuellement isolés. La métropolisation peut ici être corrélée aux conditions d'accessibilité en transnport collectif.
Les possibilités offertes par les réseaux peuvent donc différer de celles qui ont conduit à la création de ces nouveaux services. Cette émergence d'effets inattendus montre encore une fois la complexité de la création de nouveaux services horaires de transport.

Pour PACA, des politiques de rééquilibrages pourraient concerner, si ce n'est le haut pays alpin, au moins le moyen pays avec des fonctions régionales à Manosque par exemple ou plus sûrement à Grasse ou dans la moyenne vallée du Var. L'analyse portant sur les masses de populations accessibles et intégrant les réseaux routiers développée dans le chapitre VI a en outre mis en lumière les possibles enjeux portés sur Draguignan par l'intermédiaire de l'accessibilité de la gare des Arcs. Implanter une fonction de niveau régional à Draguignan serait une anticipation et surtout un accélérateur à une dynamique métropolitaine potentielle. Cette stratégie serait d'autant plus pertinente avec la LGV passant par Les Arcs.
En fait, la LGV telle qu'on l'a modélisée révolutionnerait l'équilibre régional de la région PACA et autoriserait un fort développement de Nice et de la Côte d'Azur. Un équipement métropolitain de niveau international aurait sa place à Nice mais aussi à Cannes dans ce scénario. Cela impliquerait non seulement une répartition des fonctions régionales entre les deux centres principaux, mais plus encore une prise d'importance de Nice au niveau national grâce au gain d'accessibilité externe.
A une autre échelle, au sein de la Côte d'Azur, la hiérarchisation induite par le RER PACA pourrait servir une politique de décentralisation avec l'allocation de fonctions polarisantes à Antibes ou Menton.
Comme dans le cas du Nord-Pas-de-Calais, c'est à l'échelle urbaine que les changements d'accessibilité sont les plus certainement liés à des requalifications. Ainsi dans Nice le tramway, aménagement non simulé mais désormais bien réel, a pour l'instant surtout profité au centre de Nice, avec son artère principale, l'avenue Jean Médecin, et son cœur, la Place Masséna. Il est cependant à noter l'établissement d'une centralité urbaine en bout oriental de ligne avec, à l'endroit du terminus, une grande surface et surtout une salle culturelle associative. Le terminus du tramway, Pont Michel, contribue de la sorte tant bien que mal à requalifier le quartier Bon-Voyage auparavant clairement délaissé. Une extension de la ligne

jusqu'à l'Ariane pourrait-elle servir une politique de rééquilibrage urbain en concrétisant les efforts déjà consentis avec notamment le théâtre Lino Ventura ?

Comme on le voit, stratégies territoriales à toutes les échelles et performances des réseaux de transport sont intimement liées. Ainsi, en traitant des performances territoriales des réseaux, nous avons ouvert la porte à de nombreuses interrogations et considérations sur les politiques territoriales menées ou à mener. En présentant sous un versant systémique les rapports entre transports et territoires, nous nous sommes rapprochés d'une formulation plus scientifique des politiques pourtant marquées par des partis pris idéologiques. Cette piste nous mène à tenter de comparer de manière neutre ces politiques pour mieux positionner notre apport.

IX.2.3 Le polycentrisme, un optimum ?

Le polycentrisme a été présenté comme une politique d'organisation territoriale, particulièrement préconisée par les instances européennes. Alors qu'il correspond au principe d'organisation spatiale de polycentralité, il contient aussi une vision territoriale des problématiques de transport. Le polycentrisme peut ainsi être présenté comme un paradigme de politique d'aménagement, liant la morphologie de la localisation des équipements dans l'espace, les relations physiques entre ces équipements et les systèmes d'acteurs s'appropriant ces structures (Moretti 1999). La coopération entre les acteurs du territoire est induite dans l'idée de polycentrisme car elle ne s'appuie pas uniquement sur des réseaux physiques. John Parr a montré comment les PURs (Polycentric Urban Regions, voir Davoudi 2002) se constituaient en partie par des réseaux économiques (Parr 2003). Mais le versant économique n'est pas le seul concerné : « *The PUR need not already function as an economic region since one of the purposes of policy is to build stronger internal connections. These are partly physical (e.g. transport links), but also institutional, social and cultural. In theory, these links should assist the development of economic and social networks and a common sense of identity* » (Turok et Bailey 2004). En conceptualisant à la fois les hiérarchies urbaines, les relations de transport, la gestion des inégalités et les coopérations entre acteurs territoriaux, le polycentrisme paraît apte à concevoir l'ensemble des facettes entre réseaux et territoires soulevé dans notre travail. De plus, il émerge comme futur modèle d'organisation des régions européennes (Carrière 2005).

Le polycentrisme peut paraître satisfaisant non seulement parce qu'il fonde son action sur les réseaux de villes, ce qui implique une forte utilisation des transports comme structurants des territoires, mais encore parce qu'il promeut un équilibre territorial. On peut en effet assimiler le projet polycentrique à la spatialisation de logiques prônant un optimum. La démarche est similaire à celle de la justice sociale de John Rawls (voir IX.1.2) ou encore à celle de l'optimum économique de Pareto qui « *satisfait en même temps l'équité interpersonnelle des individus qui la composent : tous en tirent le meilleur parti possible* » (Derycke et Offner 1997). L'idée générale est celle d'un compromis entre l'efficacité économique et la recherche d'une plus grande égalité (Baudelle 2005 page 94). Alors que Pareto se positionne sur un plan

économique et Rawls dans un cadre social, le polycentrisme mène à un compromis **spatial**, qui s'oppose au monocentrisme, dans lequel les inégalités sont trop fortes, mais aussi à l'homogénéisation de l'espace, qui freine la compétitivité des territoires.

Par conséquent, le polycentrisme paraît promouvoir un équilibre entre la compétitivité économique et la réduction d'inégalités. Ce modèle se pose comme « *une véritable politique d'aménagement du territoire* […] *sans entrer en contradiction avec les logiques libérales* » (Capron et Rouyer 2005). Il réalise ainsi la « *congruence entre l'aménagement du territoire et les politiques infrastructurelles* » (Moretti 1999). Cette compatibilité entre deux objectifs apparemment opposés amène à penser le polycentrisme comme proposant un schéma d'aménagement optimal.

Encourager le développement des pôles secondaires est clairement une politique de rééquilibrage territorial. Néanmoins, cela contribue aussi à établir une hiérarchie nette impliquant une armature urbaine structurée et une compétitivité conservée. Les économistes ont d'ailleurs montré que la compétitivité des régions polycentriques était sans doute au moins aussi bonne que celle des régions monocentriques, notamment par l'intermédiaire du concept de « *borrowed size* » développée par Alonso (Alonso 1973, Parr 2003). Les districts industriels avaient déjà orienté l'économie régionale vers le « *together is beautiful* », plutôt que le « *big is beautiful* » (Camagni 2005, DATAR 2005). Cet équilibre paraît louable et le polycentrisme comme référent théorique intéressant pour les politiques d'aménagement régionales. Il est à noter que sur le plan des transports le projet européen ORATE reprend à son compte le concept de polycentrisme de la manière suivante : « *promouvoir un meilleur équilibre des réseaux urbains à toutes les échelles, afin que leur contribution au bien-être économique et social soit optimale tant dans les centres que dans les périphéries* » (ESPON 2005). La notion d'équilibre et d'optimum apparaît donc clairement, et ce à toutes les échelles.

Nos simulations se rapprochent d'une idée similaire puisqu'en préconisant une hiérarchisation en faveur de Lens et Valenciennes d'une part et de Nice, Toulon ou Cannes d'autre part, on tend vers un schéma dominé par plusieurs pôles. Le modèle polycentrique ordonne de manière motivée les inégalités et les ségrégations tandis que la concurrence joue uniquement entre les villes moyennes ou petites pour accéder au réseau polycentrique. C'est le cas dans notre exemple pour les villes escamotées par le RER PACA. Ces concurrences et ces éventuelles ségrégations pourraient être justifiées par l'application d'un modèle polycentrique.

Sur le plan de l'aménagement de l'espace métropolitain et de l'urbanisme, les espaces polycentriques apparaissent aussi comme réalisant un optimum. En effet, partisans de la ville compacte et de la mixité urbaine s'opposent quant à la recherche d'une organisation spatiale apte à gérer au mieux les mobilités et les différents obstacles à la durabilité (Bochet et Boisseaux 2002). Un discours dominant en géographie a mis en avant la densification dans la ville-centre comme une solution aux problèmes de mobilité avec notamment un effet positif sur le report modal de la voiture vers les transports publics (Camagni, Gibelli et Rigamonti 2002). Néanmoins la ville compacte a ses détracteurs. Par exemple, l'échec de certaines politiques de densification (voir à ce sujet Simmonds et Coombs 2000) sur la ville de Bristol), incite à considérer « *la mixité dans l'espace urbain pouvant avoir autant d'effets positifs que*

la densification en matière de déplacements » (Fouchier 1995). Il apparaît en fait qu'il est indispensable de lier densité et mixité et de concevoir à la fois une répartition des fonctions et une politique des transports dans la définition de la forme urbaine et de la politique d'urbanisme (Newman et Kenworty 1999). Là encore, cette combinaison se cristallise en grande partie autour d'un schéma dominé par une armature de noyaux urbains qui dessine un schéma polycentrique ou polynucléaire (Bochet et Boisseaux 2002, Frey 1999). Selon Guillaume Pouyanne « *De manière générale, une structure polycentrique offre l'avantage de multiplier les espaces d'intervention pertinents pour les autorités et de pouvoir structurer efficacement l'offre de transport en commun qui viendrait s'appuyer sur des centres de développement périphériques* » (Pouyanne 2004 page 67).

Le polycentrisme peut donc apparaître comme un optimum selon différents facteurs. Toutefois, il faut rappeler la complexité des rapports entre les transports et les territoires et de ce fait le caractère illusoire d'une panacée en la matière. Le polycentrisme a été vivement critiqué et ces critiques peuvent nous permettre de préciser notre utilisation du concept.

L'une des critiques que l'on a pu formuler sur le polycentrisme est que c'est un concept politiquement correct représentant un bien-fondé théorique mais n'ayant pas vocation réelle à être appliquée, ou du moins présentant des difficultés à être appliqué (voir à ce sujet Baudelle 2005). De prime abord, il a en effet fallu imposer une conception du développement qui ne va pas dans le même sens que ce qui se faisait auparavant, *i.e.* qui ne préconise pas systématiquement la concentration. Comme le remarque Guy Baudelle, il y a ainsi au sujet du polycentrisme « *un décalage entre son succès « officiel » et sa discrétion dans la littérature scientifique théorique qui constate surtout l'irréversibilité de la métropolisation* » (Baudelle 2005). Néanmoins, plusieurs auteurs considèrent le polycentrisme comme une chance pour le développement territorial européen à venir par sa portée qui dépasse une vision fonctionnaliste de l'espace. Ainsi, selon Olivier Sykes, « *Ideas like these are perhaps what is needed more than anything else to create a renewed confidence in the future of the EU* » (Sykes 2005a). L'unanimité est plus grande pour considérer l'omniprésence du polycentrisme, fût-elle dans les discours, comme un argument pour en faire un référent de base et un « *mythe fondateur* » (Baudelle 2005, Capron et Rouyer 2005).
Concrètement, dans son application territoriale, le polycentrisme a aussi été confronté à plusieurs critiques, relatives aux différents échecs et succès rencontrés. Outre les exemples locaux, il est instructif de voir que le premier rapport ORATE (ESPON 2005) conclut que le polycentrisme ne mène pas nécessairement à une plus grande cohésion territoriale. Notamment, alors que plus de villes sont concernées par le développement européen, les disparités entre ces centres et leurs périphéries sont accrues (voir notamment à ce sujet Gloersen 2005). C'est un phénomène classique de report d'inégalités à une échelle inférieure comme nos travaux ont pu en mettre en lumière. Ainsi, dans nos simulations, le gain de temps à Lille-Sud cause une perte de temps à Calais pour un déplacement vers l'Arc Sud. Dans un aménagement polycentrique, la situation aurait été inversée : Calais, pôle urbain régional, devrait bénéficier d'une bonne accessibilité vers les autres pôles urbains régionaux car c'est

l'armature polycentrique qui primerait sur les autres relations. On peut alors se questionner sur la valeur de ces disparités. Est-il plus satisfaisant et plus équilibré que les inégalités entre la capitale régionale et un pôle secondaire soient réduites, plutôt que celles entre le centre de ladite capitale et les quartiers périphériques ? On peut admettre que les disparités les moins acceptables soient celles qui se diffusent selon le gradient le plus fort. Dans ce cas, la césure entre le centre et les quartiers périphériques apparaît plus violente, car contenue dans un espace plus restreint, et de fait plus difficile à gérer pour la société civile que les inégalités entre des villes séparées. Néanmoins, il est plus propice au fonctionnement territorial que les pôles fonctionnent entre eux. Plus largement, dans une échelle générale entre la réduction d'inégalités et la création de hiérarchies, il peut sembler paradoxal que le polycentrisme se positionne plus du coté de la compétitivité, bien que ce soit une politique qui ambitionne de concilier compétitivité et cohésion.
D'autre part, l'application du polycentrisme interroge. Par une méthode quantitative basée sur les aires fonctionnelles au niveau européen, Erik Gloersen a montré que le degré de polycentrisme ne se calculait pas par des caractéristiques spatiales mais par l'usage et les pratiques des individus et des acteurs (Gloersen 2005). Il en vient même à prouver que l'application du polycentrisme par les institutions pouvait dans certains cas empêcher les stratégies locales de construire un territoire cohérent. Cette confrontation entre les stratégies des acteurs locaux et les politiques institutionnelles nourrissent un débat sur les modes d'application de ce concept « *top-down* » dans les différents contextes locaux (Boje Groth 2005). Le travail de Gloersen plaide pour une application du polycentrisme qui s'introduit en douceur dans les politiques locales et facilite les réformes structurelles plutôt que des mesures concrètes sur le territoire. Selon l'auteur, il convient de se concentrer sur les enjeux plutôt que sur ce qu'il nomme des « *visions spatiales* » (Gloersen 2005).

Ces remises en cause interrogent la pertinence du polycentrisme comme un modèle optimal d'organisation spatiale des régions métropolitaines. Plusieurs réflexions peuvent émerger. L'optimum proposé conduit-il nécessairement à la solution la plus équitable étant donnés les contingences territoriales locales ? Ce modèle doit-il être appliqué au pied de la lettre ? Si l'on considère comme Gloersen que les « visions spatiales » tendent à être difficilement applicables, comment conceptualiser une stratégie d'aménagement des régions métropolitaines ? Si le polycentrisme se construit plus dans les stratégies de coopération locale que dans l'application d'un schéma, les réseaux de transport peuvent-ils susciter ou appuyer de telles politiques ?

IX.2.4 Le couple accessibilité/capillarité comme clé de lecture

Tout au long du travail, nous avons mené une démarche analytique et prospective portant sur deux régions métropolitaines. Les interprétations et les scénarios ont été guidés par la volonté de susciter un fonctionnement métropolitain du territoire régional. En fin de travail, il convient néanmoins de se demander quel territoire a été construit par nos aménagements. Est-

il plus juste ou plus compétitif que le territoire initial ? Pour répondre à ces questions, il nous semble nécessaire de se référer à des modèles conceptuels comme celui du polycentrisme. Notre ambition n'est pas de contribuer au débat sur le bien-fondé ou sur l'efficacité du polycentrisme, mais de comprendre comment ce projet de territoire peut aiguiller une stratégie d'organisation des transports dans une région métropolitaine.

Ainsi, il est irréfutable que la médiatisation qui en est faite et son élévation au titre de projet de développement européen en fait une référence stable et utile. De plus, le postulat idéologique de départ peut paraître séduisant et surtout le polycentrisme réalise un véritable développement du territoire porté par les transports. Les transports sont ainsi un véritable outil de structuration, de construction du territoire, ce qui est la position défendue dans notre travail. Nous sommes donc favorables à une référence théorique au polycentrisme dans les projets de construction des territoires métropolitains. En revanche, son application doit être considérablement assouplie. À l'instar de l'aménagement du territoire de manière générale, l'aménagement des transports doit prendre en compte les situations locales avant de préconiser des actions. Comme l'affirme Erik Gloersen (Gloersen 2005), les décideurs locaux doivent se concentrer sur les enjeux et les objectifs du polycentrisme, plutôt que de se focaliser sur son application.

En effet, si l'objectif est emprunt d'équilibre et d'équité, d'une « *contribution optimale au bien-être économique et social* », est-ce obligatoirement par la mise en place d'un réseau strictement polycentrique ?

Revenons à nos simulations. Un réseau polycentrique passerait certainement par une relation rapide et efficace entre Béthune et Lille. Cette relation aboutissant à une hiérarchisation de Béthune génèrerait une certaine quantité d'inégalités, parfaitement justifiées par le paradigme polycentrique. Cependant, on peut s'interroger : nos simulations montrent que pour un bon temps de parcours entre Béthune et Lille, le tram-train permet de desservir quelques noeuds périurbains (Santes, Haubourdin) ou quelques villes moyennes (Don, La Bassée) qui sont susceptibles de porter des enjeux de territoires. La construction du territoire métropolitain n'est-elle pas favorisée et mieux suscitée par cette solution ? L'appropriation du territoire par les réseaux n'est-elle pas favorisée par un chemin plus adhérent et plus riche ? Les premiers chapitres ont en effet insisté sur le fait que les mécanismes d'appropriation étaient corrélés à la régularité du service dans le temps et l'espace mais aussi à la « territorialité » du réseau. On peut faire l'hypothèse qu'un « avion sur rail » est sans doute moins propice à une appropriation qu'un transport offrant plus de points d'accroche au territoire. Dans ces conditions, une perte marginale d'accessibilité (quelques minutes sur un trajet d'une heure) au profit d'un accroissement considérable du potentiel d'appropriation et de fonctionnement territorial n'est-elle pas justifiée comme une contribution encore plus optimale au bien-être économique et social ? L'équilibre et l'équité ne sont-ils pas davantage favorisés dans cette solution, qui hiérarchise par le service (nombre d'arrêts dans un laps de temps, positionnement horaire stratégique ou pas) et non par l'infrastructure ?

Un second exemple peut être avancé. Dans la région PACA, Antibes et Cannes sont certainement à considérer comme des pôles secondaires. Un projet polycentrique les

connecterait à la grande vitesse régionale et à la ligne Marseille - Toulon - Nice - Italie. En revanche, une fois encore, la situation locale ne se soustrait-elle pas à une application stricte du polycentrisme ? La perte de temps qu'implique une desserte simultanée de Cannes et d'Antibes ne nuit-elle pas à la relation Marseille - Nice ? Le gain de capillarité justifie-t-il une perte de temps estimée à dix minutes ou un quart d'heure ? Dans ce cas précis, on peut légitimement penser que la desserte de l'un des deux pôles de l'agglomération Cannes - Grasse - Antibes est suffisante à encourager un fonctionnement métropolitain dans cet espace. La proximité des pôles et la configuration géographique de la région et du réseau (ligne littorale avec chapelets de gares) viennent ici déformer le schéma polycentrique et encore une fois on peut penser que le réseau est plus équitable et offre un potentiel de fonctionnement territorial plus optimal que l'application du polycentrisme sans discernement.

Par voie de conséquence, nous préconisons le recours au couple accessibilité/capillarité pour analyser ou construire un réseau de transport ayant vocation à structurer un territoire métropolitain régional. Cette clé de lecture ne constitue en aucun cas une alternative au polycentrisme. En effet, bien que la recherche d'un équilibre, d'un optimum, entre la réduction des inégalités et la compétitivité qu'induit une hiérarchie des lieux soit aussi un objectif saisi par ces indicateurs, notre démarche n'est pas l'application d'une théorie aux fondements conceptuels solides. De surcroît, le polycentrisme est un modèle fondateur et mobilisateur qui a force de figure emblématique. Le binôme proposé n'a pas vocation à se situer à ce niveau. Toutefois, dans l'application d'un aménagement ayant pour référent emblématique la ville polynucléaire, la ville durable ou la « *PUR* », ce binôme peut s'avérer d'un intérêt non négligeable.
En effet, l'équilibre entre la réduction des inégalités et la constitution de hiérarchies doit parfois s'arbitrer à l'aune du polycentrisme, mais plus généralement de la construction d'un territoire équitable. Si l'adaptation aux dynamiques et aux structures locales est indispensable, en termes de transport le recours aux indicateurs d'accessibilité et de capillarité, qui sont finalement des quantifications des tendances inverses d'efficacité et d'égalité, transmet une information susceptible de motiver une action d'aménagement, comme cette thèse en témoigne. L'originalité de l'approche réside dans le fait que l'analyse ne se borne plus aux infrastructures de transport mais se saisit de toutes les caractéristiques du service de transport. En effet, l'approche par le chemin isole une relation et renseigne sur ses performances plus précisément qu'un diagnostic général des conditions d'accessibilité dans une région, pratique plus répandue. Surtout l'accent est mis sur les possibilités de hiérarchisation ou de rééquilibrage **à réseau constant**. Nous avons en effet montré qu'un gain substantiel d'accessibilité ou de capillarité était possible sans ajouter d'infrastructure. Cette pratique renvoie à un éventail plus large des possibilités d'action sur l'aménagement par l'intermédiaire des transports, notamment en agissant sur les fréquences et le positionnement horaire des missions. Une mission directe placée à une heure stratégique « remplace » ainsi en quelque sorte une nouvelle infrastructure dans l'aspect fonctionnel, tout en conservant une bonne capillarité pour les missions précédentes ou suivantes.

En plus de cette gestion plus précise et ainsi plus économe des infrastructures de transport, le binôme accessibilité/capillarité permet une confrontation directe et quantifiée des processus opposés, menant à la hiérarchie ou au contraire au rééquilibrage dans les situations des lieux. Comme nos exemples l'ont montré, il est ainsi beaucoup plus aisé de prendre ou de justifier une décision quand des chiffres représentant une même réalité sont confrontés.

Ainsi, nous préconisons un usage de la clé de lecture que constitue le couple accessibilité/capillarité pour faciliter les arbitrages dans des situations où le recours à un modèle comme le polycentrisme n'est pas forcément pertinent. En particulier, la précision obtenue sur les relations permet de prôner une stratégie qui nous paraît optimale à savoir : **à accessibilité constante ou équivalente, pourquoi ne pas favoriser la capillarité ?**

En dehors de ces situations spécifiques, la plupart du temps les situations sont tranchées et l'équilibre entre réduction des inégalités et développement des hiérarchies n'est pas aisé à trouver. Alors que toute décision est nécessairement le fruit d'un arbitrage politique motivé par des considérations territoriales, il semblerait plus satisfaisant que l'outil décrive mieux les situations contrastées et facilite le choix. C'est l'un des objets de la dernière partie.

Conclusion

Les enseignements qu'ont pu apporter les analyses et les simulations développées dans le travail sont à replacer dans le contexte général des relations entre transport et territoire. Ce cadre d'analyse systémique permet de concevoir les interrelations entre les deux domaines comme faisant partie d'un ensemble de processus rétroactifs. Dans ce cadre, il est intéressant de signaler que si les actions sur les réseaux ont vocation territoriale, les actions sur les territoires modifient l'architecture et l'organisation des réseaux en conséquence. Ce supposé théorique a un intérêt très opérationnel : au lieu de modifier les réseaux pour une localisation des polarités et des fonctions données, il est tout aussi pertinent de localiser les fonctions métropolitaines à l'aune des potentiels qu'offrent les réseaux de transports. Nos résultats peuvent ainsi être utilisés à cet escient. Notre position à ce sujet relève de la « *planification inductive* » (Bailly et Widmer 1999) ou du « *codéveloppement des transports et de l'urbanisme* » (Menerault, Barré, Conesa, L'Hostis, Pucci et Stransky 2006), c'est-à-dire que les politiques de transport et de développement territorial doivent être conçues simultanément dans un projet commun. De plus, ce projet doit être commun à l'ensemble des acteurs d'une entité territoriale, c'est pourquoi l'intégration des représentations des acteurs ou des groupes d'acteurs doit pouvoir se faire au moment du diagnostic, de l'analyse territoriale et pas uniquement *a posteriori*.

Pour s'inscrire dans une démarche d'aide à la décision et s'adresser tant aux décideurs qu'aux autres acteurs, la référence à un modèle peut être utile. Le polycentrisme a valeur de modèle qui prône une construction du territoire par les transports et propose un idéal d'équité présenté comme un optimum dans la friction entre la compétitivité économique et la réduction des inégalités sociospatiales. Si la référence à ce modèle paraît souhaitable, son application ne peut se faire sans prendre en compte les configurations locales. Une référence à un autre optimum, fruit des analyses localisées sur chaque relation, entre la réduction des inégalités et le développement des hiérarchies, peut dans cette situation se révéler utile. Nous proposons

ainsi une lecture de ces problématiques par le binôme accessibilité/capillarité autour de plusieurs postulats :

- **à vitesse égale ou équivalente, il est préférable de favoriser une plus grande capillarité ;**
- la hiérarchisation ou la réduction des disparités doit se réfléchir au **niveau du service de transport** par l'intermédiaire de la stratégie de desserte, de la fréquence et du positionnement horaire des missions dans les transports collectifs **avant de penser à une nouvelle infrastructure ;**
- les arbitrages doivent être guidés par la réponse à la question : **quelles sont les potentialités offertes par les aménagements pour une structuration du territoire ?** Question qui se décline en deux volets : quelles relations socio-économiques sont rendues possibles/favorisées ? Quelles sont les possibilités offertes aux acteurs publics et privés pour une appropriation du territoire *via* la pratique des réseaux de transport ?

Bien qu'en grande partie assimilable à l'ambition annoncée par le projet ORATE portant sur l'équilibre des réseaux, cet objectif d'équilibre entre accessibilité et capillarité nous paraît présenter l'avantage d'être plus applicable, plus opérationnel et peut-être plus neutre.

IX.3 Un cheminement méthodologique à poursuivre

Le travail proposé, comme il a été discuté dans les parties précédentes de ce chapitre, permet de dégager des enseignements sur la conception des politiques de transport et d'aménagement dans une région métropolitaine. Néanmoins, force est de constater que le cœur du travail, et par le fait les principaux apports, sont de nature méthodologique. En particulier, l'usage du chemin, itinéraire situé dans le temps et dans l'espace, fait toute l'originalité du travail. Le chemin est présenté comme un résumé des caractéristiques des réseaux de transport pour une relation donnée et à une heure donnée, c'est-à-dire le temps d'accès et la richesse du chemin. Cette richesse du chemin, formulée par les indicateurs O et DO, est pour la première fois développée et présentée dans une recherche. Bien que testés sur un grand ensemble de points et permettant de mettre en lumière des logiques réelles, ces indicateurs ne doivent pas être considérés comme définitifs et leur amélioration est souhaitable. Cette piste est la plus solide mais pas la seule quant aux améliorations méthodologiques susceptibles d'enrichir la démarche dans des recherches futures. Ainsi, nous évoquerons successivement les réflexions sur les indicateurs d'accessibilité, le perfectionnement non seulement dans la formulation mais aussi dans la présentation des résultats des indicateurs de capillarité et enfin ce qui détermine notre démarche : la prise en compte du territoire. En effet, notre parti pris a été de mesurer les performances des réseaux dans leur capacité à construire du territoire. Si les indicateurs de capillarité sont une avancée, d'autres pistes sont envisageables.

IX.3.1 Logique horaire et logique permanente, quelle compatibilité ?

Le travail développe deux types d'indicateurs : des mesures d'accessibilité horaire et des indicateurs de capillarité. Ces deux versants sont sujets à de possibles améliorations.
En ce qui concerne les mesures d'accessibilité horaire, elles présentent l'inconvénient de ne présenter qu'un fragment du service sur une journée. Même en multipliant les indicateurs, par exemple en opérant une mesure pour un accès toutes les demi-heures en heure de pointe à raison de quatre heures de base (cela donnerait des calculs pour 7 heures, 7h30, 8 heures…11 heures, 11h30…13h, 13h30, 14 heures…17h, 17h30…19h30), le service ne serait que partiellement représenté. Si ce découpage peut être jugé comme représentatif, cela multiplierait les calculs et ne faciliterait pas les interprétations. En effet, étant données les rares mais significatives différences entre les résultats à 9 heures et à 18 heures, notre discours a parfois pu hésiter dans l'interprétation. La question de l'agrégation se pose ainsi à nouveau. Il paraîtrait en effet plus efficace de disposer d'un indicateur synthétique rendant compte de l'ensemble du tableau horaire. Cet indicateur permettrait de plus de pouvoir traiter de manière satisfaisante les comparaisons avec les modes routiers ou les intégrations des temps routiers dans l'analyse comme elle a été menée dans le chapitre VI. Veillons toutefois à signaler que cette agrégation se devrait de prendre en compte l'importance que l'usage donne aux chemins : une chemin en heure de pointe n'a pas la même valeur qu'un chemin de fin de soirée.

A l'heure actuelle, l'agrégation sur intervalle horaire reste sans doute la meilleure solution pour formuler une réalité sans trop la simplifier. Étant donné le peu de sens qu'a le temps moyen, le temps minimum paraît plus apte à nourrir une analyse sur les conditions d'accessibilité entre villes. On peut penser à un indicateur simple du type « temps minimum de parcours en heures de pointe » qui peut servir de comparaison avec une durée en minutes sur des routes et qui est disponible sur MapNod en tant que chemin minimum sur intervalle horaire. Le problème est alors la comparaison avec le temps routier qui vaut pour toutes les heures de la journée.

Une première solution serait de mobiliser les chemins minimaux sur intervalle horaire entre 00h00 et 23h59 pour couvrir la journée entière. En plus d'être une procédure lourde et chronophage, elle nous ramène aux erreurs de simplification déjà évoquées : le train le plus rapide peut être à 23 heures. Ainsi, il semble plus satisfaisant de conserver le train le plus rapide dans un intervalle fonctionnel, sans nécessairement le réduire aux heures de pointe. Une seconde solution serait de modéliser les arcs routiers dans MapNod. C'est sans doute la solution la plus envisageable pour une intégration réelle des modes routiers dans les calculs d'accessibilité. Néanmoins il semble fertile de proposer un indicateur qui synthétise les informations comprises dans la base de données horaires. Les autres pistes sont qualitatives : dans la lignée des travaux d'Alain L'Hostis et Hervé Baptiste sur les journées travaillées possibles ou non en un lieu partant d'un autre, on peut penser à développer un indicateur relatif à un site métropolitain fréquentable ou pas selon ses horaires d'ouverture et la durée de l'activité qu'on y exerce.

Ainsi, la richesse horaire et la précision obtenues par les calculs horaires doivent être maintenues dans les analyses. Le fait de simuler une demande potentielle et de calculer avec précision l'accessibilité fonctionnelle ne doit pas être abandonnée, mais améliorée. En effet, l'avantage principal de ces mesures réside dans la pertinence entre un usage et une demande, soit entre un horaire et un lieu. Plutôt que d'avoir systématiquement recours aux mesures classiques à 9 heures ou 18 heures, qui sont valides dans la plupart des cas, peut-être est-il préférable d'investiguer réellement les pratiques. Sans nécessairement s'appuyer sur des enquêtes ou sondages, les simples horaires d'ouverture des équipements métropolitains permettent de préciser les mesures. On peut penser aux équipements de loisirs, scolaires ou de types patrimonial ou culturel, dont les accès sont assez facilement réductibles à des horaires précis. L'intérêt est que cette précision peut répondre à des questions précises sur le territoire, sans nécessairement viser une analyse à l'échelle régionale comme dans ce travail. Il est ainsi envisageable de mesurer les conditions d'accessibilité à l'heure de pointe des entrées dans un site de loisir de niveau métropolitain, un samedi. Les données horaires ne seraient ainsi plus celles du jour ouvrable de base mais du jour de week-end de base. Le nombre de villes à partir desquelles on peut visiter l'ensemble du site et revenir dans la journée serait un indicateur, et celui des villes à partir desquelles on peut visiter seulement une partie du site (le petit tour en somme) un autre. La durée des activités dans les calculs d'accessibilité horaire relatifs aux agendas est en effet présente chez plusieurs chercheurs anglo-saxons comme Mei-Po Kwan (voire chapitre V).

Les horaires permettent aussi d'autres mesures. En particulier, dans ces configurations multimodales, la qualité des connexions et des articulations entre modes et entre missions différentes est souvent déterminante dans l'accessibilité horaire. Les temps d'attentes ou temps de correspondances sont mesurables et comparables dans MapNod. Avec la possibilité d'isoler les chemins lors des calculs de chemins minimaux, on peut disposer d'une grande base de données de temps de connexion, reste le problème de leur agrégation.
On dispose aussi d'un indicateur plus proche d'une formulation topologique avec le nombre de correspondances, éventuellement intermodales. Il peut d'ailleurs être question de pondérer le temps d'accès par le nombre de correspondances, ou du moins de filtrer les chemins minimaux par un nombre de correspondances minimum (l'algorithme propose parfois des chemins minimaux à 7 ou 8 correspondances non réalistes).
Une autre manière d'évaluer les connexions est possible. En effet, en prenant en compte le nombre de connexions possibles dans un intervalle de temps offert par l'infrastructure et le nombre de correspondances effectivement réalisables en termes de service, on dispose pour chaque nœud, voire pour chaque pôle d'échange, de deux indicateurs très utiles pour mesurer les qualités d'imbrication et d'articulation des réseaux. C'est dans ce sens que se placent les travaux de Thomas Leysens et Loïc Commagnac autour du programme PerfNod.
Les indicateurs d'accessibilité peuvent donc être précisés dans leurs mesures et éventuellement complétés ou pondérés par des indicateurs de qualité d'articulation ou de connexion. Ils peuvent aussi être formulés de manière qualitative. En revanche, leur formulation et la manière actuelle dont ils sont calculés ne prêtent pas à débat, au contraire des indicateurs de capillarité.

IX.3.2 Les opportunités de desserte, vers des indicateurs plus efficaces ?

Trois domaines peuvent être améliorés en ce qui concerne les nouveaux indicateurs : leur composition, leur formulation et leur présentation.

En ce qui concerne leur composition, les possibilités sont nombreuses. En effet, nous avons insisté sur le fait que les différents éléments composant O et DO peuvent être mobilisés séparément, en réponse à un projet ou à une politique territoriale. Par conséquent tout élément ayant trait au territoire et se rencontrant sur les réseaux peut être mobilisé. Les services en gare s'inscrivent bien dans une logique d'adhérence, de territorialité (par l'intermédiaire des services urbains) contenues dans les nœuds de transport. La variété des services proposés, qu'ils soient plus ou moins en rapport avec l'activité de transport, et leur importance variable, peut laisser imaginer une multitude d'indicateurs qui paraissent toutefois bien délicats à formuler de manière mathématique. Une piste plus concrète serait de créer un indicateur récompensant l'effort de desserte des zones isolées ou paupérisées. En effet, mettant en lumière les interstices et périphéries des réseaux de transport régionaux aussi bien que les indicateurs d'accessibilité, nos indicateurs profitent aux chemins desservant les grandes villes

et les grandes fonctions. On l'a notamment remarqué avec la perte de capillarité entre Béthune et Maubeuge alors que le chemin était plus direct mais ne passait plus par Lille. Une position moins neutre pourrait mener à un indicateur montrant plus explicitement l' « effet tunnel » en donnant un avantage non aux centralités desservies, mais au contraire aux périphéries. Il ne s'agit plus alors d'opportunités de desserte mais d'effort de desserte. Un tel indicateur serait là aussi difficile à formuler. De plus, la lecture préalable du territoire porterait sur des domaines beaucoup plus sensibles que ceux qu'il intègre aujourd'hui.

La formulation est sans doute la partie qui a demandé le plus de travail avant d'arriver à une solution satisfaisante. Nous ne remettons pas en cause la formulation additive, qui a l'avantage de la simplicité et ne rencontre pas d'oppositions logiques majeures. Concernant les pondérations et les valeurs des paramètres, elles sont valables dans les limites des situations traitées dans ce travail. Toute modification est envisageable, mais la combinaison présentée s'est avérée celle qui a le mieux réussi à nuancer différentes situations types. Cependant, des changements peuvent être apportés dans la prise en compte générale des informations territoriales. En effet, nous avons opté pour une formulation en niveaux, où les chiffres utilisés dans le calcul ne sont pas le fruit d'une relation mathématique mais représentatifs d'un certain niveau dans la variable donnée (population, fonctions, places de parking, connexions intermodales). Cette méthode possède l'avantage d'assurer une standardisation des données et de simplifier la problématisation. Ainsi, tous les indicateurs sont fixés sur le niveau des fonctions, qui lui ne peut être quantifié de manière brute, et qui constitue la base théorique de l'indicateur (après le nombre d'arrêt bien sûr). En revanche la formulation ne repose pas sur des bases mathématiques solides et rationnelles. On peut penser à remédier à ces manques en intégrant plus de masses absolues dans le calcul. Le paramètre de population peut être transformé en un indicateur calculé à partir du rang des villes classées par population, en faisant l'hypothèse qu'elles suivent une loi de Zipf. Ce peut aussi être la population divisée par 100 000, ce qui est assez proche de la formulation actuelle en termes de valeurs. Les places de parkings peuvent être divisées par 100, où encore ramenées à la population de la commune desservie, c'est alors un indicateur plus précis des performances des parkings-relais. Les parkings peuvent aussi être décrits par d'autres caractéristiques que le nombre de places. Ainsi la gratuité, la surveillance des véhicules ou encore le fait qu'il soit couverts ou à l'air libre sont des critères pour un classement plus qualitatif des parkings.
Pour les connexions, le nombre de trains, bus, tramways ou encore métros offrant une correspondance dans un intervalle de temps à partir de l'arrêt du véhicule en gare semblerait plus précis que la formulation actuelle, qui présente l'inconvénient de décrire l'infrastructure et non le service. En plus d'une précision dans la formulation, ces méthodes de quantification présenteraient l'avantage de mettre en lumière d'autres phénomènes que ceux décrits actuellement. Ces pistes méritent certainement d'être investiguées. Néanmoins, la formulation de l'indicateur en l'état est cohérente et relative à une volonté de poser le problème en termes de niveaux hiérarchiques.

Les perfectionnements de la formulation ou de la composition peuvent améliorer les caractéristiques descriptives ou explicatives des indicateurs de capillarité. Parallèlement, l'amélioration de la présentation peut améliorer l'efficacité du message dans une optique opérationnelle.

A ce propos, la partie précédente a mis en lumière un manque de nos indicateurs : la possibilité de comparer des situations tranchées. En effet, à accessibilité égale la situation présentant la meilleure capillarité peut être jugée comme la meilleure et *vice-versa*. En revanche, pour des situations contrastées, l'indicateur pose les jalons d'un choix du décideur entre une politique de développement des hiérarchies ou de réduction des inégalités, et **surtout par rapport au contexte**. Sans réfuter cela, il nous paraît particulièrement intéressant de permettre la comparaison de situations contrastées. Cela revient à comparer entre elles des valeurs d'accessibilité et de capillarité. L'une des pistes possibles est de présenter une échelle commune aux deux valeurs. Cela revient à poser la question de la valeur du temps, source de nombreux calculs inspirés des modèles de choix discrets (De Palma et Fontan 2001). Les résultats de ces travaux prêtent à débat car le fond du problème semble tellement subjectif que la quantification paraît délicate. Appliqué à notre recherche, il est malaisé de dire que la desserte d'une fonction métropolitaine « vaut » 10 minutes d'arrêts. De plus, les recherches précitées nécessitent de mobiliser une large base de données capable de couvrir les différents éléments de la subjectivité (âge, CSP, sexe, revenus, etc.). Notre indicateur est de construction théorique et doit le rester. Plutôt que de chercher une hypothétique valeur du temps, qui serait lourde de présupposés sociologiques, nous nous orientons vers une solution plus souple.

En effet, sans établir de relations algébriques entre O et l'accessibilité, un simple effort de présentation peut suggérer un ordre de grandeur entre deux situations contrastées.

Prenons comme exemple l'effet de la LGV PACA sur la relation Nice - Toulon. Le tableau 25 montre les valeurs d'accessibilité horaire et de capillarité pour les chemins arrivant avant 9 heures à Toulon en provenance de Nice, avant et après l'aménagement proposé.

	Temps de trajet pour une arrivée à 9 heures	O
Situation initiale	1h52	78
Simulation	1h20	32

Tableau 25 : Comparaison de situations par le binôme accessibilité/capillarité

La LGV PACA fait gagner 32 minutes mais perdre 36 en valeur d'O. Aucune des deux situations n'émerge avec évidence comme étant la meilleure, sur la base des deux chiffres fournis.

La question est donc la suivante : comment comparer ces deux performances contrastées des réseaux ? **Sans toutefois arriver à une conclusion nette et tranchée**, qui est du ressort des décideurs, comment donner un ordre de grandeur commun aux deux valeurs ?

Une simple standardisation statistique paraît pouvoir aiguiller la décision, à condition qu'elle soit considérée en toute connaissance de cause. À l'instar des analyses multicritères, dont la démarche s'inspire clairement, la comparaison passe par une standardisation statistique. On a donc procédé à une standardisation de type variable centrée-réduite pour l'ensemble des valeurs. La série statistique utilisée a été l'ensemble des valeurs d'accessibilité et de capillarité pour tous les chemins arrivant à Toulon et pour tous les chemins partant de Nice dans la limite de l'analyse par pôles de construction du territoire. En effet, il nous a semblé que ces relations entre les pôles principaux de la région constituaient une base de données statistique cohérente, étant donné le caractère comparable des chemins (distances assez élevées, le train comme unique mode de déplacement pris en compte…). Il peut être envisageable de solliciter l'ensemble du tableau des pôles territoriaux sélectionnés. Le choix de la série statistique est sans doute le travail qui demande le plus de soin et d'application dans cette méthode. En effet, il faut veiller à mobiliser une série cohérente tout en assurant un nombre minimum d'individus qui rendent la série représentative. Nous préconisons l'usage de séries regroupant des chemins comparables dans leur échelle et dans les modes utilisés. Exemples : « chemins entre villes de plus de 300 00 habitants », « chemins vers le centre-ville en provenance des pôles du périurbain », « chemins entre les quartiers périphériques et le centre-ville », etc. La cohérence de la série tient en fait assez bien à sa géographie.

Une fois la série constituée, on applique la standardisation statistique selon la formule suivante :

$$\frac{V - m}{\sigma}$$

où V est la variable donnée ;
m la moyenne de la série statistique ;
σ est l'écart-type de la série statistique.
Le résultat est la variable centrée-réduite, ou standardisée.

Les variables centrées-réduites donnent les résultats figurant dans le tableau 26 :

	Temps de trajet pour une arrivée à 9 heures	O
Situation initiale	-0.24	-0.21
Simulation	-0.55	-1.13

Tableau 26 : Une aide à la comparaison : la standardisation statistique

Présentés ainsi, ces chiffres restent difficiles à appréhender. Nous proposons donc une représentation graphique. En figurant sur le même repère orthonormé les deux grandeurs standardisées, on peut obtenir une comparaison visuelle. Il faut pour cela inverser l'échelle

des valeurs représentant la durée (une durée courte est préférable à une plus longue), ce qui place la meilleure situation possible en haut et à droite du repère. L'arc de cercle aide à la comparaison visuelle, comme le montre la figure IX-8. Il est en effet centré sur le coin supérieur droite du graphique. L'axe des abscisses représente les valeurs d'O standardisées et celui des ordonnées l'inverse des temps de trajets.

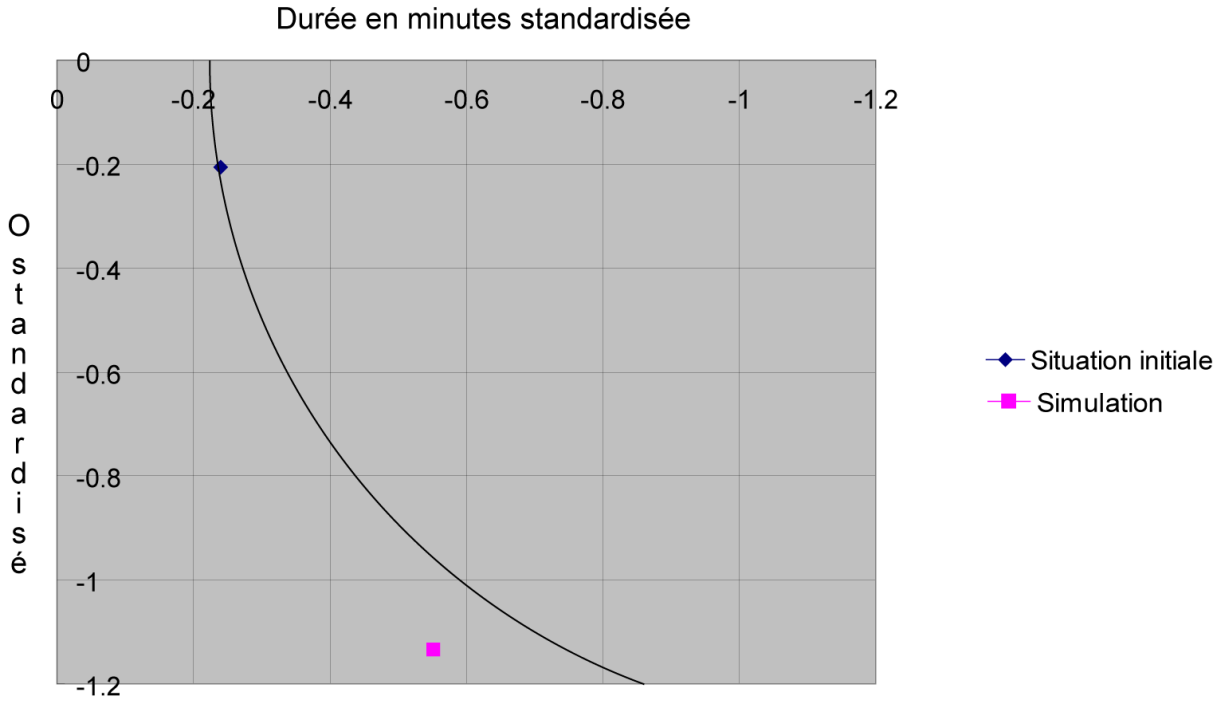


Figure IX- 8 : Une comparaison visuelle ?

Encore une fois, cette représentation ne vise pas à déterminer précisément quelle solution est la meilleure, mais plutôt à améliorer la comparabilité des situations en vue d'une prise de décision.

Dans notre exemple, la situation simulée paraît moins optimale que la situation initiale. Néanmoins, nous considérons, compte tenu de la situation locale, que c'est la meilleure solution. On le voit, les valeurs centrée-réduites obtenues sont très dépendantes des séries statistiques étudiées, aucun élément de comparaison direct entre les minutes et les valeurs d'O n'est avancé. Cela dit c'est un moyen de comparaison visuelle qui peut faciliter une décision.

Les indicateurs développés dans la thèse peuvent donc être améliorés à différents niveaux. Mais cette présentation, qui se rapproche d'une analyse multicritère, nous laisse imaginer la création d'autres indicateurs pouvant compléter la prise en compte des aspects territoriaux qui découlent de l'analyse des réseaux de transport.

IX.3.3 Plus de territoire…

En effet, bien que le couple capillarité/accessibilité semble apte à rendre compte de la diversité des situations rencontrées dans l'analyse des réseaux de transport collectif, l'ajout d'autres indicateurs peut venir compléter l'interprétation. Dans un domaine aussi sensible et compliqué que le service de transport et ses conséquences sur la construction du territoire, il est en effet préférable de disposer d'un panorama aussi complet que possible avant de prendre des décisions.
La problématique du travail est de se saisir de ce qui, dans les réseaux de transport, est susceptible de favoriser un fonctionnement territorial. Les indicateurs développés insistent sur la qualité du service, l'adéquation aux rythmes urbains ou encore la politique de desserte, car ces variables paraissent ordonner une appropriation et un fonctionnement potentiel. Une approche différente pourrait être d'intégrer un maximum de caractéristiques des territoires dans les analyses des réseaux. Le modèle serait moins explicatif, plus descriptif et plus réaliste, dans le sens où les données territoriales localisées seraient plus présentes. En revanche, l'articulation des différentes données et la comparabilité des situations seraient plus délicates, voire impossibles.
Le territoire étant défini par sa forme, son fonctionnement et son appropriation, ces trois aspects peuvent théoriquement faire l'objet d'une quantification. Pour l'appropriation, les processus complexes qui la gouvernent rend la quantification bien délicate, nous ne nous y aventurerons pas pour l'instant. Les deux autres aspects sont plus aisément saisissables.

En ce qui concerne la forme du territoire, il s'agit de la manière dont la configuration morphologique agit sur les caractéristiques du réseau, et par rétroaction sur les possibilités de fonctionnement territorial.
La morphologie des réseaux, peut être appréhendée à l'aide d'indices simples de la théorie des graphes. C'est par exemple le cas des indices de circuité, qui décrivent pour chaque nœud considéré comme origine le détour imposé par l'utilisation des réseaux par rapport à une ligne droite dans son accès aux autres nœuds (Kansky 1989). Les géographes et aménageurs se sont emparés des indices de circuité pour traiter des problématiques précises de transport et d'aménagement. Ainsi, Laurent Chapelon a généralisé la formule de la circuité pour comparer les longueurs kilométriques des chemins sur les arcs à la distance euclidienne entre origine et destination ou à la somme des longueurs euclidiennes entre les origines et destinations de chaque arc. Cette méthode a porté une analyse sur des réseaux autoroutiers (Chapelon, Jouvaud, Ramora 2004). La circuité semble en effet particulièrement adaptée aux réseaux routiers, les réseaux de transport collectif, notamment ferroviaires, étant astreints à une rectitude nécessaire.
Cependant, d'autres indicateurs de la forme des réseaux peuvent renseigner sur les performances des transports collectifs. Le laboratoire britannique SpaceSyntax a mis au point des approches montrant l'effet déterminant de la position d'un nœud dans le réseau. À l'aide d'un « *configurational model* » (modèle de configuration), le métro de Londres a été représenté dans les caractéristiques positionnelles de ses stations, à savoir quelle est leur

position dans la configuration générale du réseau (Chiaradia, Moreau et Radford 2005). Ces indicateurs de position peuvent être développés d'une autre manière. Le logiciel Tulip, utilisé en premier lieu pour la modélisation de graphes sociaux, a été récemment investi par les géographes (Amiel, Mélançon et Rozenblat 2005, Bozzani-Franc, Conesa, L'Hostis, Auber, Discazeaux, Rozenblat, Mary, Mélançon et Koenig 2007). L'intérêt de Tulip est la visualisation et l'analyse des caractéristiques topologiques des grands graphes. Ainsi, différents algorithmes de forme, comme celui de périphéricité, peuvent être mobilisés pour donner un aperçu de la position des nœuds dans le graphe. Ces indicateurs de position génèrent des résultats pouvant être surprenants, car la position d'un nœud dans la hiérarchie du graphe n'est pas nécessairement la même que sa position géographique. Par exemple, le graphe des transports collectifs du Nord-Pas-de-Calais a été modélisé dans Tulip et les nœuds apparaissant comme les plus périphériques sont les arrêts de VAL lillois. En effet, en termes strictement topologiques, les arrêts de VAL se situent aux extrémités du réseau étant donnée la masse des relations en train, bus et car contenues dans le graphe. Le résultat est en désaccord avec la géographie des lieux car les stations de VAL sont situées au centre de l'espace. Mis à part cette spécificité, la hiérarchie des nœuds est assez bien représentée et Lille-Flandres émerge largement au sommet de celle-ci. On saisit bien l'intérêt de ces indicateurs qui corroborent ou complètent le discours tenu sur la différence entre la distance euclidienne et la distance réseau abordée par les indicateurs O et DO. Ces indicateurs présentent l'intérêt d'exprimer plus explicitement l'effet joué par la forme du réseau. Ainsi, les grandes différences dans les configurations topologiques des deux régions étudiées seraient isolées dans un indicateur pertinent. Beaucoup des phénomènes mis en relief ici sont ainsi liés plus ou mois directement à la forme du réseau. De plus, l'établissement d'une hiérarchie rétistique permet de nourrir avec plus d'exactitude et de précision le discours sur les inégalités et la hiérarchisation.

Les inconvénients du logiciel Tulip sont propres à son origine. C'est avant tout un outil créé par les informaticiens pour une analyse des réseaux sociaux. L'appropriation de cet outil par les géographes est récente et concerne uniquement pour l'instant les réseaux aériens ou les réseaux d'entreprise. La principale entrave à son utilisation par les géographes est l'absence de géolocalisation. Adapté à une modélisation topologique des graphes, Tulip l'est moins à une représentation de réseaux physiques terrestres. Les cartes produites nécessitent ainsi une gymnastique de l'esprit pour retrouver la configuration spatiale du réseau étudié. En attendant un perfectionnement, qui pourrait être l'ajout d'un module de calcul des projections géographiques, Tulip reste un outil d'appoint, qui peut donner des indications sur les graphes mais pas porter une analyse des transports dans une région métropolitaine comme c'est le cas dans le présent travail.

La forme regorge certainement d'indications utiles sur les réseaux mais la mise en place d'indicateurs vraiment intéressants nécessite un investissement méthodologique important.

Outre sa configuration, le territoire se définit par son fonctionnement. Cela concerne tous les éléments du territoire qui permettent des relations socio-économiques et une appropriation. Ainsi, les lieux ont des fonctions dans la construction du territoire qui déterminent

l'organisation des réseaux de transports. Notre approche s'est concentrée sur une prise en compte des fonctions métropolitaines. Toutefois, une intégration plus grande est possible.
Nous nous sommes positionnés dans cette recherche comme prônant une conception simultanée des projets de transport et des projets territoriaux ou urbains. Pour permettre une analyse véritablement globale qui mène à une conception transversale, il semble que l'intégration directe d'éléments d'urbanisme dans les évaluations de transport soit une piste à investiguer. En particulier, les occupations du sol présentent des interrelations fortes avec les transports. Les mécanismes fonciers et l'accessibilité sont ainsi fortement liés, tout comme l'implantation de différentes occupations du sol confèrent un fonctionnement différent et donc une mise en réseau différente. Un certain nombre de travaux d'aménageurs anglo-saxons plaident fortement pour une conception commune et une définition simultanée des politiques de transport et des stratégies d'occupation du sol (Hickman et Banister 2005, Williams 2005). C'est aussi la position des chercheurs du projet franco-allemand Bahnville 2. Enfin, Marc Wiel, en encourageant les solutions foncières et fiscales aux problématiques des déplacements dans les grandes agglomérations, appuie implicitement cette orientation.
Quelles méthodes peuvent être mobilisées ? La collaboration avec FRED fournit des possibilités d'intégration de nombreuses variables. La population accessible est en effet un indicateur de base, mais on peut penser dans le futur à des calculs mobilisant des variables comme les emplois ou les surfaces, en référence aux occupations du sol. La mise en relation des accessibilités et des surfaces urbanisables permet de construire un outil prospectif comme cela a été fait pour les réseaux routiers (Decoupigny, Fusco, Conesa, Passel, Ravera et Scarella 2009).
L'intégration des occupations du sol dans l'analyse des transports permettrait en outre de poursuivre notre réflexion sur la localisation des fonctions de manière plus précise en abordant le problème de la nature des fonctions. L'analyse rétistique prendrait ainsi encore un peu plus en compte les potentialités de construction du territoire.

Conclusion

Au terme de notre analyse, le cheminement méthodologique peut être prolongé. Le travail est ainsi considéré comme une étape dans un processus visant à répondre au mieux à une problématique claire qui est la prise en compte des potentiels de construction territoriale contenus dans les réseaux de transport collectif. Ainsi, plusieurs pistes méthodologiques sont envisagées.
En ce qui concerne les indicateurs d'accessibilité horaire, si le problème de l'agrégation et de la comparaison avec la logique permanente est toujours présent, la piste privilégiée est certainement celle des indicateurs désagrégés répondant précisément à une problématique opérationnelle. L'agrégation est certainement plus adéquate dans les prises en compte des potentiels et des facilités de correspondances.
Pour les indicateurs de capillarité, la formulation reste à finaliser solidement, les conclusions restent ouvertes sur ce sujet. Une formulation plus mathématiquement satisfaisante est à tester, mais il ne faut pas négliger l'utilité d'une présentation facilitant la comparabilité des scénarios. Là encore, la méthode est certainement perfectible et la standardisation statistique a ses

limites. Mais il convient de préciser que quelle que soit la méthode de représentation, la décision est la résultante d'un arbitrage dépassant les cadres de l'accessibilité et de la capillarité.

Enfin, d'autres indicateurs peuvent être ajoutés, en particulier des indicateurs de forme ou de positionnement des nœuds dans la configuration du graphe, ou alors des variables portant sur les fonctions et l'occupation du sol. Notons cependant que la production de ces indicateurs nécessite d'autres outils de modélisation.

C'est précisément sur ce point que nous aimerions conclure : l'analyse et la partie prospective a été portée par MapNod (sans omettre les outils périphériques : Shadock et la macro écrite sous Excel, qui a produit tous les indicateurs de capillarité). Néanmoins, dans un domaine présentant des enjeux si forts et des processus si compliqués que celui des performances territoriales des réseaux de transport, il est nécessaire de combiner les savoir-faires et les outils pour répondre le mieux possible aux problématiques.

Conclusion Chapitre IX

Les huit premiers chapitres ont présenté un travail analytique et prospectif centré sur l'évaluation des performances territoriales des réseaux de transport collectif. Cet ultime chapitre entend répondre à un positionnement plus stratégique tout en conservant sa neutralité. Les résultats des différents traitements menés ont pu faire émerger une tension entre la réduction d'inégalités et le développement des hiérarchies en vue d'une compétitivité. Il existe plusieurs manières de conceptualiser et de gérer cette tension ; ainsi que plusieurs modèles de référence (le polycentrisme, la ville compacte, la mixité spatio-fonctionnelle…) permettant de définir une politique correspondante. Les principes d'organisation spatiale et d'organisation des réseaux qui en découlent permettent d'établir un lien systémique entre les réseaux de transport et les territoires, qui n'exclue pas le rôle des individus et des groupes sociaux. Ce lien signifie une relation de réciprocité entre l'approche développée dans la thèse et la position inverse dans laquelle les réseaux sont le point de départ du projet territorial.

Parmi tous les modèles, le polycentrisme est le plus médiatisé, le plus prôné, le plus débattu. Si nous prenons en compte sans réfuter le rôle de référent idéologique de ce concept, nous proposons un complément plus neutre et plus directement opératoire avec la référence au couple accessibilité/capillarité.

Ces deux variables ont été exprimées par des indicateurs qui sont sujets à amélioration, notamment les indicateurs de capillarité. On peut également penser à en ajouter d'autres, par exemple relatifs à la morphologie des réseaux et aux occupations du sol.

En effet, les indicateurs mis au point ne sont qu'une étape vers une meilleure, et aussi neutre que possible, prise en compte des caractéristiques territoriales des réseaux de transport.

CONCLUSION TROISIÈME PARTIE

Les différentes analyses menées dans le travail ont conduit à mettre en lumière des dysfonctionnements locaux mais aussi des opportunités de structuration des territoires, notamment par la mise en perspective des deux situations régionales. L'objet de cette troisième partie a ainsi été de traiter de manière opérationnelle ces données analytiques. D'abord en mettant en relief ces résultats avec les politiques et stratégies locales. Cette confrontation a permis de simuler des propositions d'aménagement territorialisées, qui intègrent déjà dans leur proposition non seulement les politiques de transport mais aussi les politiques territoriales. Ces propositions ré-interrogent donc la relation, au centre de la thèse, entre les réseaux et les territoires. Nous considérons ainsi que les résultats des propositions d'aménagement des transports éclairent sous un jour nouveau cette relation entre l'action publique, les politiques de transport, les individus et l'objet de leurs attentions : le territoire. Ainsi nous positionnons notre contribution comme le point de départ d'une démarche de chercheur et d'aménageur sur l'appréhension territoriale des réseaux qui se caractérise par plusieurs points :

- concevoir les politiques territoriales et de transport de manière simultanée, et à ce dessein construire des outils d'aide à la décision facilitant cette conception ;
- recommander une référence au polycentrisme non pas comme principe d'organisation spatiale mais comme idéologie portant une idée d'équilibre, d'optimum ;
- se référer à une tension générale entre la hiérarchie et l'homogénéité ;
- nourrir par la richesse des problématiques territoriales locales un développement méthodologique impartial.

CONCLUSION GÉNERALE

Après un bref rappel de la problématique, de la démarche et de la méthode du travail, cette conclusion portera sur les enseignements, à différents niveaux, que l'analyse a pu apporter. De manière opérationnelle, nous préciserons donc nos préconisations, avant de passer aux perspectives pour les travaux futurs.

L'objectif du présent travail est de considérer les caractéristiques territoriales des réseaux de transport afin de mesurer quelles sont les possibilités de structuration qu'ils offrent aux territoires métropolitains. Dans une démarche opérationnelle tournée vers l'aménagement du territoire, la mise au point d'une méthode d'analyse mène à la création d'un outil d'aide à la décision. Toutefois l'ambition n'est pas uniquement méthodologique, puisque le travail se situe dans une problématique générale qui est de favoriser la construction des territoires métropolitains par l'intermédiaire des transports. Pour aller plus avant dans l'opérationnalité, il a aussi paru pertinent de proposer des aménagements de transport pour aller dans le sens d'une structuration des territoires par les réseaux.

En considérant les réseaux de transport comme un outil d'aménagement du territoire, on peut concevoir les effets des politiques de transport sur les territoires. En effet, les réseaux de transport favorisent le fonctionnement des territoires en permettant les relations socio-économiques. De plus, la pratique des espaces en permet une appropriation individuelle alors que le contrôle du territoire et la gestion des mobilités rendues possibles par les transports leur confèrent un rôle d'appropriation politique de l'espace. Enfin, les transports permettent la mise en place d'une hiérarchie, qui s'accompagne nécessairement d'inégalités.
Par ailleurs, les régions métropolitaines sont les territoires fonctionnels de la métropolisation et des territoires institutionnels pertinents en aménagement du territoire et en gestion des transports. Au sein de ces territoires métropolitains, la question du rôle territorial des transports se pose avec d'autant plus d'acuité. En effet, les espaces métropolitains sont entrainés dans une mise en compétition à grande échelle, et ce rayonnement est nécessairement lié à une bonne performance des réseaux de transport. De plus, les documents d'urbanisme et les discours des acteurs insistent sur le fait que les régions métropolitaines ont aussi un devoir de cohérence, de *cohésion spatiale*, qui se manifeste par deux volontés : réduire l'*émiettement*, par l'intégration physique et réticulaire des espaces et réduire les trop fortes inégalités d'accessibilité. Les espaces métropolitains, façonnés par la voiture individuelle, ont en effet subi des effets néfastes du système du « tout-automobile », qui sont en particulier les impacts environnementaux, la consommation d'espace et la fragmentation socio-spatiale. Désormais et de plus en plus les aménageurs se tournent vers les transports collectifs et prônent l'innovation pour gérer au mieux les mobilités métropolitaines (Amar 2006, Cervero 1998).

Ainsi nous avons proposé d'analyser les capacités des systèmes de transport collectif à structurer les territoires des régions métropolitaines.
Pour mesurer les possibilités de relations socio-économiques entre des pôles de construction du territoire, nous avons réalisé des calculs d'accessibilité horaire. L'accessibilité représente un coût, une pénibilité qui traduit bien le potentiel de déplacement, et donc le potentiel de relation. L'accessibilité horaire présente l'intérêt de situer le calcul dans un cadre spatio-temporel. Ainsi, l'approche est désagrégée : c'est en mesurant le potentiel de déplacement d'un individu, et la manière dont il peut s'approprier les structures spatiotemporelles qui l'entourent, que l'on estime les possibilités de construction d'un territoire par relations entre les lieux (Hagerstrand 1985). Dans cette approche désagrégée, la structure horaire des services de transport est déterminante. En effet, le positionnement horaire des missions (trains, rames de métro, bus etc.) joue un grand rôle sur la manière dont les individus, sur lesquels pèsent des contraintes spatiotemporelles (heure d'arrivée au lieu de travail, heure de fin de travail etc.) vont utiliser les réseaux de transport et s'approprier l'espace en conséquence. La méthode est de s'appuyer sur des rythmes urbains, temporalités de vie des villes correspondant encore assez bien aux horaires moyens de travail, pour mesurer l'adéquation des services de transport collectif à ces contraintes. Ainsi on fait l'hypothèse qu'un service de transport adapté à ces rythmes urbains facilite l'appropriation de l'espace, mais aussi du temps, de la part des individus et ainsi structure le territoire. Ces calculs d'accessibilité horaire permettent donc de mesurer le potentiel pour les relations entre les pôles principaux des territoires choisis.

La métropolisation se définit entre autres comme un modèle de développement pouvant avoir un caractère stratégique. Pour appréhender cette donnée, nous avons appliqué la même méthode non plus sur des pôles correspondant aux villes principales mais sur des lieux accueillant des fonctions métropolitaines. Définies au regard de leur importance relative dans les documents de planification et d'urbanisme, leur portée spatiale et leur caractère métropolitain (correspondance avec les Emplois Métropolitains Stratégique définis par l'INSEE), elles représentent les attracteurs de la métropolisation. Ces calculs d' « accessibilité fonctionnelle » permettent ainsi de mesurer non seulement la compétitivité de ces lieux métropolitains, mais encore l'émiettement dans le fonctionnement du territoire et les disparités d'accès à ces lieux.
Les calculs d'accessibilité permettent donc de mesurer les hiérarchies et les inégalités, et dressent un tableau du fonctionnement potentiel des régions métropolitaines.

Pour prendre en compte les caractéristiques territoriales des réseaux, à l'accessibilité a été ajoutée la capillarité. En effet, dans les projets de transport, l'accessibilité et la capillarité sont opposées sous la forme de vitesse et desserte. Un service de transport perd en vitesse quand il s'arrête pour desservir un lieu, ce qui fait baisser l'accessibilité en bout de ligne et augmenter la capillarité. La capillarité présente en outre un intérêt dans l'appropriation de l'espace par les transports car plus le transport est capillaire, plus il offre d'interpénétrations avec celui-ci. La capillarité est aussi un moyen d'appréhender les inégalités, par l'absence de connexion aux

réseaux principaux (bien souvent, les plus rapides). La capillarité n'ayant à notre connaissance jamais été quantifiée, nous avons créé un indicateur, complémentaire à celui d'accessibilité, qui reflète l'intérêt d'un chemin dans son rapport au territoire. Nommé « O » pour « opportunités de desserte », il permet de mesurer quels chemins, quelles relations sont les plus intéressants du point de vue du fonctionnement métropolitain.

Pour mesurer la dimension que peuvent prendre les transports collectifs dans la métropolisation, on a combiné des accessibilités en voiture individuelle et en transports collectifs dans des calculs de population accessible par chaîne intermodale. Ces calculs montrent comment les gradients de concentrations de population sont sensibles aux temps de parcours entre villes.

Ces méthodes nous ont renseignés sur les deux régions métropolitaines choisies, le Nord-Pas-de-Calais et Provence-Alpes-Côte-d'Azur. La mise en perspective de ces deux régions permettrait (c'est une hypothèse de départ) en effet de mesurer comment l'exemple du Nord-Pas-de-Calais, qui se manifeste par une appropriation régionale de la grande vitesse ferroviaire, est applicable à PACA. Les analyses ont mis en relief certaines opportunités et certains dysfonctionnements dans chacune des régions métropolitaines.
Pour le Nord-Pas-de-Calais, la position hégémonique de Lille rend difficile les relations transversales et les quartiers sud de la ville connaissent un grand déficit d'accessibilité par rapport au centre-ville.
Pour PACA, une forte césure entre l'Est et l'Ouest de la région interdit le fonctionnement.
A partir de ces traits structurants principaux nous avons construit des simulations de projets d'aménagement des transports. Celles-ci ont entre autres pris la forme d'un tram-train transversal dans la région urbaine Lilloise et d'une Ligne à Grande Vitesse régionale dans PACA.
L'examen des résultats de ces simulations permet de tirer des enseignements à différents niveaux de lecture du travail. Nous nous concentrerons sur les indications mises en lumière par les simulations et les calculs et laisserons le lecteur se reporter au développement pour les espaces non traités ci après.

<u>Enseignements locaux</u>
Concernant le Nord-Pas-de-Calais, plusieurs éléments peuvent être avancés :
- La transversalité est possible. Malgré de mauvaises répercussions des aménagements sur des trajets longs (d'une extrémité à l'autre de la région ou presque), les relations entre les pôles secondaires de la région, notamment au sein de l'ancien bassin minier, sont facilitées. Bien que selon les calculs ces relations soient parfois plus longues en temps, un élément décisif a été présenté : **la possibilité de ne pas passer par Lille**. En effet, il est satisfaisant que les chemins minimaux entre des pôles du Sud de la région métropolitaine ne constituent pas un détour géographique si important. C'est peut-être une limite des calculs d'accessibilité par les chemins minimaux : un usager choisirait-il le chemin le plus court alors qu'il le contraint à un tel détour ? Prenons l'exemple du Béthune - Maubeuge, qui est révélateur d'une situation que

connaît aussi le Béthune - Valenciennes, non présenté de manière aussi complète dans le corps de la thèse mais beaucoup plus significatif pour le territoire. Pour comparer pied à pied la situation avant et après les aménagements, il aurait été finalement plus juste de calculer la différence d'accessibilité entre le chemin Béthune - Maubeuge **sans passage par Lille** avant et après la simulation. On peut faire l'hypothèse que ce sont plutôt des gains de temps qui seraient mis en valeur, et non des pertes comme annoncé dans le texte. Outre ce cas particulier, on peut affirmer que les aménagements simulés encouragent les relations transversales, surtout le Lens - Valenciennes, qui concerne les deux pôles secondaires les plus importants. La question des pertes de temps sur d'autres relations ramène à des arbitrages et des choix politiques, mais dans une stratégie de reformulation régionale du service de transport, les simulations peuvent être améliorées et leurs répercussions négatives annulées.
- Il est envisageable de réduire les inégalités entre Lille-Sud et le centre-ville. Les répercussions des aménagements proposés sont certes parfois négatives mais dans l'ensemble cela concerne encore une fois des relations qui paraissent peu importantes dans la structuration du territoire. En effet, il peut paraître satisfaisant d'avoir un meilleur temps de trajet entre Maubeuge et Dunkerque (les deux extrêmes), mais ce déplacement ne concerne certainement pas une appropriation quotidienne ni même journalière de l'espace régional. Or, de l'autre côté, les gains d'accessibilité pour les quartiers sud de Lille sont substantiels et cette amélioration rétistique s'inscrit bien dans un projet d'urbanisme de récupération des friches à des fins fonctionnelles pour reconstruire la ville sur elle-même (cf. *infill*, Jacobs 1993). Là encore, c'est un projet qui encourage la transversalité.
- L'isolement de Maubeuge paraît difficilement surmontable à moindre coût. Malgré un travail d'investigation des horaires, il apparaît peu de possibilités pour améliorer considérablement la situation. Une solution serait le projet de TER-GV Lille - Fourmies (voir chapitre V). Remarquons cependant que celui-ci devrait s'accompagner d'un projet territorial qui viserait à implanter des fonctions métropolitaines ou du moins régionales dans cet espace.
- La faible capillarité de la ligne Lille - Orchies - Valenciennes ne peut être résolue par une modification du service de transport sur les gares existantes. En effet, si la ligne est peu capillaire ce n'est pas une caractéristique du service de transport.

Au sujet de la région PACA, les enseignements portent principalement sur le projet de LGV PACA. Les aménagements ont montré **que rapprocher Nice de Paris était compatible avec la création d'une véritable ligne de force apte à structurer le territoire métropolitain.** Les accessibilités des fonctions métropolitaines à leur environnement régional sont considérablement améliorées et cela bouleverse le rôle qu'elles sont susceptibles de jouer à l'échelle régionale et peut-être davantage. Néanmoins, les résultats interrogent.
Tout d'abord, la situation de Toulon reste intermédiaire. La ville connaît des gains d'accessibilité vers l'Est et vers l'Ouest mais relativement aux autres gares TGV sélectionnées c'est la situation de Toulon qui change le moins. Pire, la composition du service horaire proposée permet, à quelques heures de la journée, au chemin entre Nice et Marseille de court-circuiter Toulon. Un positionnement horaire différent permettrait de remédier à ce contournement temporaire, mais quoi qu'il en soit on peut se poser la question du rôle de

Toulon dans le fonctionnement métropolitain de la région PACA. Relais, pôle isolé ou troisième pôle régional, c'est la définition de ce rôle dans les projets d'aménagement qui peut déterminer l'aménagement des transports en conséquence.
D'autre part, les aménagements proposés mettaient en avant une grande hiérarchie dans les relations. Ainsi, une ville comme Antibes verrait son accessibilité baisser au profit de Cannes, en raison de la desserte en LGV. Inversement, la desserte d'Antibes et pas de Cagnes-sur-Mer dans le RER PACA simulé provoque aussi de fortes inégalités. Nous avons construit notre simulation sur les caractéristiques des gares et les polarités existantes. En revanche, rien n'empêche un projet cohérent de placer Antibes ou Cagnes-sur-Mer sur la LGV PACA et d'accompagner cet aménagement d'un projet territorial et urbain de grande ampleur dans les villes concernées. Notons pour finir que l'un des enseignements des simulations est la grande sensibilité des accessibilités dans le chapelet de villes azuréen. L'opportunité de construire une desserte de type RER dans cet espace métropolitain dense et celle de la desservir en TGV ne doivent pas occulter le fait que l'un et l'autre de ces aménagements vont créer beaucoup d'inégalités.

Enseignements méthodologiques

Les calculs d'accessibilité horaire permettent d'estimer avec une grande précision les possibilités de fonctionnement entre deux lieux de l'espace. Mieux que cette thèse, d'autres travaux ont montré tout l'intérêt opérationnel de ces mesures (Baptiste et L'Hostis 2002). En revanche, l'exemple du Béthune - Maubeuge montre que, dans certains cas, l'appréhension en termes uniquement temporels des performances territoriales des réseaux peut s'avérer insuffisante.

C'est en partie pour cela que nous avons souhaité mettre au point les indicateurs de capillarité. Ces indicateurs ont été testés sur un grand nombre de chemins. Nous avons montré que la capillarité entretenait un rapport avec la distance, la durée et la vitesse dans les relations. Les indicateurs O et DO nous ont aussi permis de mettre en lumière certains phénomènes comme le cas du Béthune - Maubeuge précédemment cité. De manière plus générale, les indicateurs de capillarité se montrent souvent complémentaires de l'accessibilité et permettent ainsi de préciser les situations. En effet, plusieurs cas dans nos résultats présentent des changements de capillarité sans changements d'accessibilité. Des effets favorables ou défavorables sur la construction du territoire sont ainsi mis en exergue grâce aux indicateurs O et DO. Plus largement, il est intéressant de connaître le gain de capillarité qui compense une perte de temps ou à l'inverse une perte de capillarité associée à un gain de temps. L'intérêt analytique des indicateurs d'opportunités de desserte est manifeste en amont des projets d'aménagement. En effet, si une mauvaise accessibilité est couplée à une mauvaise capillarité, la solution n'est pas dans la restructuration du service mais dans la construction d'une nouvelle infrastructure considérablement plus rapide (cf. exemple de Maubeuge). A l'inverse, une relation possédant une bonne accessibilité n'est pas nécessairement exempte d'améliorations possibles. Une politique des transports ou d'aménagement du territoire peut avoir pour objectif d'améliorer la capillarité. Ces considérations sont implicitement prises en compte dans les décisions en

matière de transport, mais l'intérêt des indicateurs de capillarité est de les formuler de manière quantitative, de donner en quelque sorte « les chiffres pour le dire ».
Cependant O et DO en l'état présentent quelques limites. Ces indicateurs synthétiques sont des sommes de différentes valeurs représentant des données *a priori* incomparables. Ainsi dans la formulation actuelle, la desserte d'une fonction métropolitaine stratégique équivaut à celle de trois parkings de plus de 1000 places et un de moins de 100 places ou encore dix connexions vers des chemins différents (cf. Chapitre VI). Il serait bien malaisé d'argumenter sur ces valeurs. Le nivellement des valeurs par des niveaux discrétisés permet de réaliser ces additions et les indicateurs montrent des relations et des phénomènes explicitables. Cependant les valeurs ne sont pas toujours faciles à interpréter : un même nombre peut représenter des réalités différentes. Dans les relations ferroviaires uniquement, O est un indicateur de périphéricité, c'est-à-dire de pénibilité due à une position périphérique dans le réseau, alors que DO est un indicateur de richesse du chemin, traduisant son caractère métropolitain. Lorsque l'on ajoute les modes urbains, la lecture est moins aisée, si bien qu'une forte valeur d'O peut être vue comme synonyme d'une desserte intéressante ou au contraire d'un détour préjudiciable dans une relation.
Finalement nous ne considérons pas que les indicateurs doivent être invalidés par leur construction hétéroclite. En revanche, il est indispensable de les utiliser précautionneusement. Plutôt que les valeurs brutes, ce sont les comparaisons que ces chiffres permettent qui ont du sens et qui donnent des indications sur des situations ou des simulations.

Enfin, les indicateurs de population accessible ont permis de combiner les accessibilités en voiture individuelle simulée sur FRED et les calculs d'accessibilité en transport collectif mesurés sur MapNod. Les résultats prêtent à des interprétations intéressantes sur le rapport de force entre voiture individuelle et transports collectifs, mais la simplification du service de transport pour aboutir au train le plus rapide de la journée paraît excessive.
D'autre part, la prise en compte de valeurs territoriales permet de retranscrire les différenciations de l'espace dans les calculs d'accessibilité. Concernant la population, cet indicateur, bien que présentant des résultats absolus artificiels de par le mode de calcul, permet d'établir un rapport de force entre les différentes villes. On dessine alors un tableau des potentiels de population accessible qui correspond mieux aux hiérarchies des territoires que les accessibilités en termes de temps.

Enseignements théoriques

Cette thèse ne met pas en relief un processus ni un phénomène inconnu jusqu'alors car ce n'en était pas l'objectif. Cependant, la méthode exploratoire a permis de mettre en avant des caractéristiques des modes de transport. Les indicateurs de capillarité ont ainsi établi des seuils empiriques d'utilisation des modes de transport. Par exemple, le seuil de 140 kilomètres pour l'utilisation du TGV est apparu de manière très claire. Ce seuil est dépendant de l'organisation des transports en Nord-Pas-de-Calais et il mériterait d'être réinterrogé sur d'autres espaces afin d'être précisé. Pour une situation jugée optimale, on déterminerait alors

le seuil de pertinence d'utilisation du TGV, ce qui présenterait un grand intérêt dans le domaine de l'aménagement des transports.

Enseignements opérationnels

Le travail a mis en lumière le fait que l'aménagement des transports est souvent guidé par une double stratégie, celle d'assurer la compétitivité des lieux métropolitains et celle de réduire les inégalités. Le choix de l'aménageur est ainsi en grande partie réductible à un choix entre homogénéité des réseaux ou hiérarchie. L'application de chacune des ces stratégies a les conséquences inverses à l'échelle supérieure ou inférieure. A l'échelle d'une région métropolitaine, une politique générale peut mener les choix. Le polycentrisme se positionne à ce sujet comme un modèle référent fort et omniprésent dans les politiques territoriales européennes. Il se présente comme la recherche d'un équilibre entre compétitivité des territoires et cohésion spatiale (Baudelle 2007) et ainsi permet de justifier de choix d'aménagement de transports entre hiérarchisation et homogénéisation. Son application territoriale passe par la mise en place d'une armature régionale entre les pôles secondaires d'une région métropolitaine. Cette idée est ainsi assez proche de celle du TER-GV qui a été mise en avant dans cette thèse. Toutefois, si la référence au polycentrisme apporte sans doute de la cohérence aux aménagements à l'échelle d'une région métropolitaine, son application locale doit être mesurée. En effet, la complexité des rapports entre transports et territoires ainsi que la grande diversité de situations locales sied mal à un modèle général. Sur quelques cas, l'application du polycentrisme peut mener à des situations peu favorables du point de vue de la construction territoriale par les réseaux de transport. Encore une fois, le sens de ces aménagements doit être questionné autour de deux points, qui constituent nos **préconisations**.

La première préconisation est la conception simultanée des politiques de transport et d'aménagement du territoire. Nous avons introduit l'idée que les interrelations entre transport et territoire sont complexes et lisibles à travers un système. Ainsi, si les aménagements des transports affectent le territoire, les politiques d'aménagement du territoire influent sur les réseaux. En particulier, l'allocation de fonctions de haut niveau dans une polarité va motiver un aménagement la rendant plus accessible. Réciproquement, on pourrait penser qu'une nouvelle infrastructure induit de nouvelles opportunités de développement des polarités et de localisation de fonctions métropolitaines. L'analyse et les simulations proposées sont ainsi dépendantes d'une situation donnée, entrevue dans les différents documents d'aménagement du territoire régional. La meilleure solution est sans doute de concevoir en même temps les politiques de transport et de territoire, autour des problématiques d'accessibilité, de capillarité et de développement métropolitain afin de saisir en amont toute l'ampleur et la nature des spécificités locales. À cette prise de position se combine celle prenant en compte le rôle des individus dans ces relations transport/territoire. En effet nous avons mis en lumière dans cette thèse le fait que les comportements individuels contribuaient à façonner le territoire par les usages des réseaux de transport. Réciproquement, il est important de placer les individus et les groupes sociaux dans un rôle d'acteur sur le territoire et entre autre sur les politiques de transports, dans un mouvement de géogouvernance. L'intégration des individus à différents

stades de l'analyse en aménagement du territoire doit donc selon nous aller de pair avec une coordination des transports et de l'urbanisme.
La seconde préconisation est la prise en compte de la capillarité dans l'aménagement de transports. En effet, cet argument est rarement pris en compte (et s'il l'est c'est de manière implicite) dans les évaluations de projets de transport. Or, comme les indicateurs construits l'ont montré, c'est un complément à l'accessibilité qui informe sur des situations et permet de rationaliser les choix.
Les parties introductives ont formulé des questions de recherche, il est temps de montrer quels éléments de réponse l'analyse a permis d'apporter.

Est-il possible de favoriser la construction de centralités en dehors de Lille ? Le territoire peut-il fonctionner étant données les disparités spatiales ?
Si la transversalité a été favorisée par les aménagements proposés, l'accessibilité de Lille reste sans égal dans le Nord-Pas-de-Calais. La construction de centralités en dehors de Lille nécessiterait une politique très ambitieuse des transports. La localisation du Louvre II à Lens va certes dans le sens d'une décentralisation, mais l'accessibilité de Lens est très inférieure à celle de Lille. Néanmoins, dans le cadre du projet du Louvre à Lens, des aménagements des transports en conséquence permettraient une accessibilité satisfaisante. Cela passe par la desserte directe du site par un transport lourd.
En revanche, l'analyse a montré que la construction d'une centralité dans les quartiers périphériques de Lille était possible.
En ce qui concerne le fonctionnement du territoire, nous répondrons favorablement en insistant sur le rôle de Valenciennes, porte vers l'Avesnois et pôle structurant de l'ancien bassin minier.

L'existence d'un équipement de rayonnement national sur la Côte d'Azur est-il possible ? Une structuration régionale incluant Marseille, Toulon et Nice est-elle envisageable ?
Après la mise en place de la LGV PACA, le rayonnement national de la Côte d'Azur paraît plus vraisemblable. Au même titre que pour le Louvre Lens, le rayonnement d'un équipement de haut niveau est dépendant d'une desserte directe et efficace, comme cela devrait être le cas pour Sophia Antipolis par exemple.
La proposition de LGV PACA permet en effet un fonctionnement plus cohérent de la région avec des relations facilitées entre les trois pôles.

Le modèle de l'appropriation régionale de la grande vitesse du Nord-Pas-de-Calais peut–il être adapté à PACA ? En quelle mesure cette adaptation est-elle possible et quelles conséquences peut-elle avoir ?
Sur ce point, l'adaptation a consisté en la reprise du service TGV entre Paris et Lille et desservant Arras et Douai pour construire le scénario LGV PACA. Étant données les grandes différences entre les deux régions, c'est sans doute le seul système qui puisse être transposé. En ce qui concerne les conséquences, les dimensions de PACA étant plus vastes que le Nord-Pas-de-Calais, les possibilités de fonctionnement sont moins évidentes. En revanche, les

polarités étant plus importantes, la possibilité d'un fonctionnement, même moins optimal, offre des opportunités plus grandes en termes de construction métropolitaine. Etablir une relation satisfaisante entre la troisième et la sixième aire urbaine de France représente en effet un enjeu plus important que celui qui consiste à relier une métropole française à une ville moyenne.
Il est à noter que le travail a pu mettre en relief un retard des institutions de PACA, à toutes les échelles, en ce qui concerne la capacité de se mobiliser autour de projets de transports collectifs. Ce constat est cependant à nuancer récemment avec notamment les actions des institutions de l'agglomération niçoise, la CUNCA en tête, qui mène une politique de transport favorisant les transports collectifs avec la carte orange et les Vélo Bleus, vélos en libre service dans la ville de Nice.

Comment appréhender les performances des réseaux dans leur capacité à susciter la construction du territoire?
Cette question reste ouverte. En plus des indicateurs d'accessibilité horaire, de capillarité ou de populations accessibles, d'autres méthodes peuvent être mobilisées. Elles font l'objet des pistes de travail.

Comment favoriser la structuration des territoires métropolitains par les réseaux de transport ?
L'essentiel de l'analyse fait émerger une réponse simple : en reliant de la manière adaptée des lieux complémentaires. Nous insistons sur le fait que les relations doivent avoir du sens, et représenter un intérêt pour la construction métropolitaine, comme par exemple relier un bassin de population et un bassin d'emploi. Toute la question est à partir de là de définir quelle est la manière adaptée de relier deux lieux. Pour des relations structurantes, nous préconisons des services adaptés aux rythmes urbains, avec notamment des relations rapides aux heures stratégiques. Aux autres heures, des missions plus capillaires et moins rapides peuvent améliorer la cohésion spatiale. La composition des grilles horaires en prenant en compte les importances relatives des lieux présents sur la ligne peut ainsi devenir un travail d'aménagement à part entière où les arbitrages sont parfois délicats. Là encore une proposition simple peut être avancée : les pôles régionaux ou les sites métropolitains doivent être reliés de manière efficace et donc rapide. À vitesse égale, une desserte plus fine est préférable.

Comment gérer les mobilités et les déplacements dans un espace métropolitain ?
Les transports collectifs jouent un rôle de catalyseur et de massification des déplacements qui leur permet de structurer les territoires métropolitains. L'analyse des rapports de force avec l'automobile en PACA a mis en relief qu'alors que les agglomérations métropolitaines semblent être les territoires de l'automobile, la grande vitesse ferroviaire joue un grand rôle dans la qualification de certains espaces. Les conclusions de cette analyse mettent aussi en lumière le rôle du TER dans la deuxième couronne marseillaise, de Salon-de-Provence à La Ciotat. À une échelle inférieure, le tramway, le métro ou le tram-train paraissent aussi jouer un grand rôle dans la structuration des espaces métropolitains. Il ne paraît donc pas illusoire

de penser que les transports collectifs peuvent composer une alternative, en combinaison avec la voiture individuelle, au tout-automobile.

Perspectives

D'une manière générale, l'intégration des attentes et des représentations des usagers peut constituer une piste de développement de la méthode, qui se positionnerait dans une démarche d'aménagement plus proche des acteurs du territoire. Cette intégration peut se faire par exemple lors de la définition des heures jugées stratégiques. On peut en effet regretter des contraintes sur heures d'arrivée à 9h pour des lieux que l'usage rend attractif plus tard. Un véritable travail de définition des « *rythmes de fonctionnement* » des lieux attracteurs, pour reprendre la définition de L'Hostis et Menerault, peut être engagé pour améliorer les mesures.
D'autre part, les pistes méthodologiques ouvertes par le travail sont diverses (voir chapitre IX) :

- faciliter la mise en correspondance des mesures d'accessibilité horaire et non horaire ;
- formuler de manière plus mathématique, plus scientifiquement satisfaisante les indicateurs de capillarité ;
- prendre en compte des indicateurs de forme des réseaux, ou de position d'un nœud dans le réseau à l'aide d'outils adaptés (Tulip…)
- intégrer d'autres variables territoriales dans l'analyse des réseaux, notamment celles qui sont directement en rapport avec les transports, comme nous l'avons suggéré : les fonctions des lieux, par l'intermédiaire notamment de l'occupation du sol. L'intégration de FRED dans la méthode de modélisation peut ainsi mener à une analyse plus précise du territoire. Un investissement méthodologique est à réaliser pour que cette analyse ne se fasse pas au détriment de l'analyse des propriétés rétistiques.

Cette question de l'occupation du sol nous permet d'introduire les pistes opérationnelles. Le présent travail a pour ambition de s'inscrire dans une lignée de travaux qui se proposent de remédier aux problèmes de la gestion des mobilités dans les espaces métropolitains. L'émiettement urbain et la vitesse automobile ont en effet créé des situations néfastes sur le plan environnemental, social et même économique.
Notre contribution entrevoit le problème sous le seul angle des réseaux de transport, malgré notre application à y intégrer des caractéristiques territoriales. Or, comme l'affirme Marc Wiel : « *Les rêveries sur de grands réseaux de transport collectif sont moins la manifestation de l'émergence d'une nouvelle volonté d'entreprendre qu'une échappatoire par la recherche d'une solution pseudo consensuelle sans accompagnement de multiple ordre* » (Wiel 2007). En effet, pour concrétiser la cohérence entre transports et urbanisme, Wiel propose des outils fiscaux et fonciers. L'idée développée par l'auteur est de permettre une localisation de fonctions (essentiellement les entreprises dans sa réflexion) grâce à une fiscalité incitatrice, une taxation quasi-systématique de l'usage de la voiture individuelle et un réinvestissement de ces fonds dans une politique foncière et d'aménagement (Wiel 2007). L'auteur a ainsi toujours insisté sur le rôle de *« l'ouverture foncière exceptionnelle occasionnée par la mobilité facilitée* » (Wiel 2002) et considère les politiques foncières comme le meilleur

moyen de régulation de l'éparpillement urbain. Le programme de recherche BahnVille 2 se saisit de ces opportunités en menant une réflexion sur un observatoire du foncier lié aux performances des transports collectifs. Ce lien entre politiques foncières et politiques de transport a été mis en lumière aussi par des aménageurs anglo-saxons dans des perspectives d'aménagement métropolitains (Williams 2005). Il apparaît ainsi particulièrement pertinent de développer des approches liant les performances des transports collectifs et les occupations du sol, qui sont finalement le reflet des organisations urbaines.
Une autre idée dominante est exprimée dans la proposition de Marc Wiel, celle de maîtriser la vitesse de l'automobile. Cette idée est développée de la même maière par Cyrille Genre-Grandpierre et son approche des « *réseaux lents* », qui considère aussi que c'est en contraignant les usagers des voitures individuelles que l'on peut influer durablement sur la forme et l'organisation urbaine. L'aménagement est alors compris comme un jeu de contraintes permettant d'obtenir des comportements satisfaisants.
L'intérêt de ces démarches se rapproche doublement de notre travail. Premièrement il est évident que les vitesses, et donc les accessibilités, jouent un rôle structurant (ou déstructurant) sur les organisations urbaines. Ensuite les interrelations entre allocation de fonctions (ou incitation) et transports sont décisives pour la construction des territoires urbains et métropolitains.

Enfin, parce que « *la relation entre les infrastructures et le territoire reprend un contenu social fort* » (Plassard 2003b p.85), il peut sembler pertinent d'associer les indicateurs de capillarité à une réflexion explicite sur l'équité et la manière dont les réseaux peuvent servir une politique de comblement des inégalités sociospatiales. Par exemple on pourrait reformuler l'indicateur pour qu'il encourage la desserte de lieux enclavés ou paupérisés.
Mais ces investigations, comme toutes celles présentées dans cette section, demandent un travail important et une prise de recul qui dépassent le cadre de cette thèse.

BIBLIOGRAPHIE

Dans cette section figurent l'ensemble des références bibliographiques (ouvrages, articles, ressources électroniques, documents officiels etc.) citées dans le corps du texte et celles-là uniquement.

La bibliographie concerne en majorité un thème principal qui porte sur les réseaux, les transports et les territoires. Néanmoins, il nous a semblé pertinent de différencier dans cette partie plusieurs thèmes secondaires, qui chacun possèdent un apport spécifique sur le travail. En conséquence la liste des ressources bibliographiques est divisée en six thèmes : Réseaux, transports, territoires ; Métropolisation et géographie urbaine ; Méthodes, outils et modélisation ; Time-Geography ; Etude de cas : le Nord-Pas-de-Calais et enfin Etude de cas : Provence-Alpes-Côte d'Azur.

RESEAUX, TRANSPORTS, TERRITOIRES

Affandi, E. (1993), « Mobilités des habitants d'un village périurbain marseillais », *Les annales de la recherche urbaine, Mobilités*, pp. 100-108

Aguiléra, A., Mignot, D. et Madre, J.-L. (2004), « Métropolisation, formes urbaines et mobilité. Présentation du dossier », *Cahiers Scientifiques du Transport*, n°45, pp. 5-14

Alonso, W. (1973), « Urban zero population growth », *Daedalus*, n°109, pp. 191-206

Amar, G. (1993), « Pour une écologie urbaine des transports », *Les Annales de la Recherche Urbaine*, n° 59-60, pp. 140-151

Amar, G. (2004), *Mobilités urbaines. Éloge de la diversité et devoir d'invention*, Edition de l'Aube, Paris, 251 p.

Amiel, M., Mélançon, G. et Rozenblat, C. (2005), « Réseaux Multi-niveaux: l'exemple des échanges aériens mondiaux de passagers », *Mappemonde*, N°79, pp. 12

Ascher, F. (1997), « Demain, la ville de tous les temps », in A. Obadia, *Entreprendre la ville, nouvelles temporalités, nouveaux services*, Ed. de l'aube, Paris, pp. 17-32

Ascher, F. et Godard, F. (1999), « Vers une troisième soli-darité », *Esprit*, n°11, pp. 168-189

Bahn-Ville, C. (2005), « Développement d'un urbanisme orienté vers le rail et intermodalité dans les régions françaises et allemandes », CERTU

Bailly, A. et Widmer, G. (1999), « Grandes infrastructures et environnement urbain. Une réflexion sur la Regio Genevensis », in H. Lefèbvre et A. Kopp, *Infrastructures et formes urbaines*, L'Harmattan, Paris, pp. 61-79

Bailly, J.-P. et Heurgon, E. (2001), *Nouveaux rythmes urbains: quels transports? Rapport du Conseil National des Transports*, L'Aube, La Tour d'Aigues, 221 p.

Baptiste, H. (1999), « Interactions entre le système de transport et le système de villes. Perspective historique pour une modélisation dynamique spatialisée », Thèse de doctorat en Aménagement, CESA, Université François Rabelais de Tours, 423 p.

Baptiste, H. et L'Hostis, A. (2002), *Evaluation multimodale des systèmes de transport en Nord-Pas de Calais et en Languedoc-Roussillon. Enjeux pour l'aménagement de territoires régionaux. Approche par analyse de la qualité des services des transports en commun et de l'accessibilité routière. Axe "Qualité de service et accessibilité régionale"*. CESA/INRETS, Villeneuve-d'Ascq, 72 p.

Bassand, M. (1997), *Métropolisation et inégalités sociales*, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, 245 p.

Bassand, M. et Kaufmann, V. (2000), « Mobilité spatiale et processus de métropolisation: quelles interactions? », in M. Bonnet et D. Desjeux, *Les territoires de la mobilité*, PUF, Paris, pp. 129-140

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

Bassand, M., Brulhardt, M.-C., Hainard, F. et Schuler, M. (1985), *Les Suisses entre la mobilité et la sédentarité*, Presses Polytechniques Romandes, Lausanne, 340 p.

Baud, P., Bourgeat, S. et Bras, C. (2003), *Dictionnaire de Géographie*, Hatier, Paris, 384 p.

Baudelle, G. (2005), « Les enjeux européens de la polycentralité », in CIEU, *Polycentrisme et polycentralité: sens, usages, enjeux politiques et territoriaux de deux notions controversées*, Papiers du CIEU, Toulouse, pp. 17-22

Baudelle, G. (2007), « Polycentrism, equity and social cohesion in Europe », in N. Cattan, *Cities and networks in Europe. A critical approach of polycentrism*, John Libbey Eurotext, pp. 75-80

Baudelle, G. et Peyrony, J. (2005), « Le polycentrisme en France: cheminement d'un concept », *Territoires 2030*, n°1, pp. 89-101

Baudin, G. (2003), « Ségrégation, mixité, diaspora », in A. Bourdin, *La société urbaine du XXIe siècle. Rapport réalisé dans le cadre de la préparation du SDRIF sous la direction de G. Lacoste*, IAURIF, Paris, pp. 5-73

Bavoux, J.-J., Beaucire, F., Chapelon, L. et Zembri, P. (2005), *Géographie des transports*, Armand Colin, Paris, 232 p.

Beaucire, F., Emangard, P.-H. et Allard, M. (1997), « Les déplacements domicile-travail dans l'*archipel* nantais », *Transports Urbains*, N°96, pp. 5-13

Beckouche, P. et Damette, F. (1993), « Une grille d'analyse globale de l'emploi », *Économie et Statistique*, n°270, pp. 37-50

Bertolini, L. (2005), « Sustainable urban mobility, an evolutionary approach », *European Spatial Research and Policy*, n°12, pp. 109-125

Bochet, B. et Boisseaux, S. (2002), « Formes urbaines et mobilité: quelles stratégies pour un développement urbain durable? », *Vues sur la Ville*, N°4, pp. 8

Boje Groth, N. (2005), « The ideo-centricity of urban poly-centricity », 21-25 Octobre 2005, International Conference "Cities and network in Europe: what territorial integration?" La Rochelle

Bonfiglioli, S. (1997), « La politique des temps urbains en Italie », *Annales de la recherche urbaine*, n°77, pp. 22-29

Bonfiglioli, S. et Stabilini, S. (2004), « La Gestion de la mobilité: l'urbanisme du temps et ses stratégies », in L. Vodoz, B. Pfister-Giauque et C. Jemelin, *Les territoires de la mobilité, l'aire du temps*, PPUR, Lausanne, pp. 309-316

Bonnafous, A. (1992), « Calcul économique et objectifs d'aménagement du territoire », 6e Conférence Mondiale sur la recherche dans les transports, Université Lumière, Lyon

Bonnafous, A. (1993), « Les systèmes de transport, facteur de développement des métropoles? », 12 et 13 Mai 1993, Métropoles et Aménagement du Territoire, Université Paris-Dauphine

Bonnafous, A. (1994), « Réseaux de transport », in J.-P. Auray, A. Bailly, P.-H. Derycke et J.-M. Huriot, *Encyclopédie d'Economie spatiale: concepts, comportements, organisations*, Economica, Paris, pp. 325-332

Boulin, J.-Y. et Mückenberge, U. (2002), *La ville à mille temps*, Editions de l'Aube, Poitiers, 240 p.

Bourdin, A. (2000), *La question locale*, Presses universitaires de France, Paris, 253 p.

Bozzani, S. (2005), « L'intermodalité air-fer à grande vitesse au service du rayonnement métropolitain: Etude de l'articulation modale de Roissy Charles-de-Gaulle au départ de Lille », *Cahiers scientifiques du transport*, n°47, pp. 61-88

Brunet, R., Ferras, R. et Théry, H. (2003), *Les mots de la géographie. Dictionnaire critique*, Reclus-La Documentation Française, Montpellier, 95 p.

Buisson, M.-A., Cusset, J.-M., Etienne, V. et Mignot, D. (1995), *Prospective des villes en 2010*, LET, Lyon, 174 p.

Camagni, R. (1993), *Principi di economia urbana e territoriale*, Carocci, Roma, 320 p.

Camagni, R. (2005), « Attractivité et compétitivité: un binôme à repenser », in DATAR, *Territoires 2030*, pp. 11-15

Camagni, R., Gibelli, M. C. et Rigamonti, P. (2002), *I costi collettivi della città dispersa*, Alinea, Firenze, 176 p.

Capron, G. et Rouyer, A. (2005), *Polycentrisme et polycentralité. Sens, usage, enjeux politiques et territoriaux de deux notions controversées*, Les Papiers du Cieu, Toulouse, 122 p.

Carrière, J.-P. (2005), « Une réflexion sur la construction du polycentrisme en Europe: apport et limites du rapport *Potentials for polycentric development in Europe* », in DATAR, *Territoires 2030*, pp. 47-64

CERTU et SNCF (1998), *La mobilité régionale: le train et les autres modes de transport*, CERTU, Paris, 251 p.

Cervero, R. (1998), *The Transit Metropolis. A global inquiry*, Island Press, Washington, 463 p.

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

Chapelon, L. (2004), « Equité Spatiale et Efficacité Economique », *Infrastructures et Mobilités*, N°39, pp. 12-15

Chapelon, L., Baptiste, H., Coquio, J., Jouvaud, B., L'Hostis, A., Mende, C. et Ramora, S. (2005), *Conception de services régionaux de transport public et optimisation de l'offre.* PREDIT « Nouveaux services aux usagers » groupe opérationnel n°2 « Services de mobilité », UMR ESPACE, CESA, INRETS, Villeneuve d'Ascq, 213 p.

Chapelon, L., Jouvaud, B. et Ramora, S. (2004), « L'accessibilité ferroviaire des villes françaises en 2003, 2010 et 2020: vers une nouvelle configuration de l'espace-temps », Réseaux Ferrés de France

Claval, P. (1976), *Eléments de géographie économique*, Genin, Paris, 361 p.

Claval, P. (2005), « L'étude géographique des réseaux au croisement des théories de la communication et des relations institutionnalisées », FIG, Saint-Dié-de-Vosges

Curien, N. et Dupuy, G. (1996), *Réseaux de communication : marchés et territoires*, Presses de l'ENPC, Paris, 175 p.

DATAR (2004), « Pour un rayonnement européen des villes françaises: Eléments de diagnostic et orientations », La Documentation Française, Paris, 35 p.

DATAR (2005), *Territoires 2030. Pôles et Métropoles*, La Documentation Française, Paris, 228 p.

Dauphiné, A. (1979), *Espaces, Régions, Systèmes*, Economica, Paris, 167 p.

Davoudi, S. (2002), « Polycentricity - modelling or determining reality? », *Town and Country Planning*, n°71, n°3, pp. 114-117

DeLucchi, M. (1996), « Total Cost of Motor-Vehicle Use », *Access*, n° 8, pp.7-13

Derycke, P.-H. (1993), « Le «local» dans l'analyse économique », in A. Mabileau, *A la recherche du «local»*, L'Harmattan, Paris, pp. 92-108

Derycke, P.-H. et Offner, J.-M. (1997), « Réseaux et équité territoriale: introduction », *Flux*, N°27-28, pp. 5-7

Derycke, P.-H., Huriot, J.-M. et Pumain, D. (1996), *Penser la ville -Théorie et modèles*, Anthropos, Paris, 337 p.

Di Méo, G. (1996), *Les territoires du quotidien*, L'Harmattan, Paris, 207 p.

Di Méo, G. (2003), « Structure spatiale », in J. Lévy et M. Lussault, *Dictionnaire de la géographie et des espaces des sociétés*, Belin, Paris, pp. 879-880

Diekmann, A. (1995), « Umweltbewusstsein oder Anreizstrukturen? Empirische Befunde zum Energiesparen, der Verkehrsmittelwahl und zum Komsumverhalten. », in A. Diekmann et A. Franzen, *Kooperatives Umwelthandeln. Modelle, Erfahrungen, Massnahmen*, Chur, Zürich, pp. 39-68

Dolez, B. et Paris, D. (2004), *Métropoles en construction, territoires, politiques et processus*, L'Harmattan, 293 p.

Dupuy, G. (1987), « Les réseaux techniques sont-ils des réseaux territoriaux? », *L'Espace Géographique*, N°3, pp. 175-184

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

Dupuy, G. (1993), « Géographie et économie des transports », *L'Espace Géographique*, n°3, pp. 193-209

Dupuy, G. (1995), *Les territoires de l'automobile*, Anthropos, Paris, 216 p.

Dupuy, G. (1999a), « From the "Magic Circle" to Automobile Dependence, the Positive Effects of the Automobile System: Measurements and Political Implications », *Transport Policy*, n°6, pp. 1-17

Dupuy, G. (1999b), *La dépendance automobile: symptômes, analyses, diagnostic, traitement*, Economica, Paris, 160 p.

Dupuy, G. (2005), « Réseaux et aménagement: nouvelles approches, nouveaux outils », FIG, Saint-Dié

Dupuy, G. et Offner, J.-M. (2005), « Réseau: bilans et perspectives », *Flux*, n°62, pp. 4-9

Elias, N. (1994), *Die Gesellschaft der Individuen*, Suhrkamp, Francfort, 330 p.

ESPACE, UMR (2009), « Axe de Recherche Intersites « Analyse Spatiale et Géogouvernance » », *www.umrespace.org*, pp.

ESPON (2005), *Project 1.1.1: The Role, specific situation and potentials of urban areas as nodes in polycentric development*, ESPON Coordination Unit, Luxembourg, 143 p.

Fachinetti-Mannone, V. (2004), « Les gares TGV périphériques: de nouveaux pôles de développement? », in C. Siino, F. Laumière et F. Leriche, *Métropolisation et grands équipements structurants*, Presses Universitaires du Mirail, Toulouse, pp. 71-84

Faivre d'Acier, B. (1983), « Qu'est-ce que l'accessibilité? », *Transport public*, N° 803, pp. 8-9

Fishman, R. (1977), *Urban utopias in the twentieth century: Ebenezer Howard, Frank Lloyd Wright, and Le Corbusier*, Basic Books, New York, 332 p.

Fouchier, V. (1995), « La densification: une comparaison internationale entre politiques contastées », *Annales de la Recherche Urbaine*, n°67, pp. 94-101

Frey, H. (1999), *Designing the city: towards a more sustainable form*, Taylor and Francis, Londres, 160 p.

Gallez, C. et Menerault, P. (2005), « Les transports publics, outils de recomposition territoriale à l'échelle métropolitaine », Logiques métropolitaines, Lille

Gallez, C., Orfeuil, J.-P. et Polacchini, A. (1997), « L'évolution de la mobilité quotidienne. Croissance ou réduction des disparités? », *RTS*, n°56, pp. 27-42

Giddens, A. (1984), *The constitution of society, outline of the theory of structuration*, Polity Press, Cambridge, 402 p.

Girard, N. et Gésillon, B. (2004), « Equipements culturels et métropolisation dans la région marseillaise », in C. Siino, F. Laumière et F. Leriche, *Métropolisation et grands équipements structurants*, Presses Universitaires du Mirail, Toulouse, pp. 217-234

Gloersen, E. (2005), « Faut-il des visions spatiales pour construire une Europe polycentrique? », in DATAR, *Territoire 2030*, La Documentation Française, Paris, pp. 65-88

Gobenceaux, N. (2007), « De la pratique d'un arrêt de bus », *EspacesTemps.net* (revue en ligne)

Godard, F. (1997), « A Propos des nouvelles temporalités urbaines », *Annales de la recherche urbaine*, n°77, pp. 7-14

Gordon, D. (1991), *Steering a new course: transportation, energy, and the environment*, Island Press, Washington, 244 p.

Governa, F. et Salone, C. (2005), « Italy and European spatial policies: polycentrism, urban networks and local innovation practices », 21-25 Octobre 2005, International Conference "Cities and network in Europe: what territorial integration?" La Rochelle

Graham, S. et Marvin, S. (2001), *Splintering Urbanism*, Routledge, London, 479 p.

Hall, S. P. et Halbert, L. (2005), « Polynet action », Institute of Community Studies/The Young Foundation & Polynet Partners

Hall, S. P. et Payne, K. (2006), *The Polycentric Metropolis: Learning from the Mega-city Regions in Europe*, Earthscan Publications Ltd, London, 224 p.

Hannerz, U. (1983), « A quoi servent les réseaux? », in *Explorer la ville*, Editions de Minuit, pp. 209-253

Hansen, M. (1995), « Do new highways generate traffic? », *Access*, n°7, pp. 16-22

Harvey, D. (1992), « Social justice, Postmodernism and the City », *International Journal of Urban and Regional Research*, n°16, pp. 588-601

Hickman, R. et Banister, D. (2005), « Reducing Travel by Design: What about Change over Time? », in K. Williams, *Spatial Planning, Urban Form and Sustainable Transport*, pp. 102-119

Himanen, V., Nijkamp, P. et Pajden, J. (1992), « Environmental quality and transport policy in Europe », *Transportation policy in Europe*, n°26, 2, pp. 147-157

Huriot, J.-M. et Perreur, J. (1994), « L'Accessibilité », in J.-P. Auray, A. Bailly, P.-H. Derycke et J.-M. Huriot, *Encyclopédie d'économie spatiale: concepts, comportements, organisations*, Economica, Paris, pp. 55-59

Jacobs, J. (1993, réédition), *The death and life of great american cities*, Vintage Books, New York, 458 p.

Joye, D., Bassand, M. et Schuler, M. (1988), « Mobilité spatiale, mobilité sociale », *Espaces et sociétés*, pp. 175-183

Jourdan, G. (2006) « Rompre avec le cercle vicieux de la dépendance automobile », Conférence du Débat Public sur le contournement routier de Nice, Nice

Kaufmann, V. (2000), *Mobilité quotidienne et dynamiques urbaines. La question du report nodal*, PPUR, Lausanne, 252 p.

Kaufmann, V. (2001), « La motilité : une notion clé pour revisiter l'urbain », in M. Bassand, V. Kaufmann et D. Joye, Enjeux de la sociologie urbaine, PPUR, Lausanne, pp. 87-102

Kaufmann, V. (2002), « Temps et pratiques modales: le plus court est-il le mieux? », *Recherche Transports Sécurité*, n°75, Juin, pp. 131-143

Kaufmann, V. (2005), « La mobilité au quotidien: nécessité, proposition et test d'une nouvelle approche », in L. Vodoz, B. Pfister-Giauque et C. Jemelin, *Les territoires de la Mobilité. L'aire du temps*, PPUR, Lausanne, pp. 57-70

Kaufmann, V., Sager, F., Ferrari, Y. et Joye, D. (2003), *Coordonner transports et urbanisme*, PPUR, Lausanne, 220 p.

Kohler-Koch, B. (1999), « The Evolution and Transformation of European Governance », in B. Kohler-Koch et R. Eising, *The Transformation of Governance in theEuropean Union*, Routledge-ECPR, Londres, pp. 14-36

Lanéelle, X. (07.04.2004), « Va et vient. », *EspacesTemps.net* (revue en ligne)

Le Breton, E. (2004), *Les épreuves de la dispersion, recherche exploratoire sur les expériences individuelles de la société dispersée - Etude réalisée pour le Ministère de l'Equipement (DRAST)*, 169 p.

LeBerre, M. (1992), « Territoire », in A. Bailly, R. Ferras et D. Pumain, *Encyclopédie de géographie*, Economica, Paris pp. 601-622

Lepetit, B. et Pumain, D. (1999), *Temporalités urbaines*, Economica, Paris, 317 p.

Lévy, J. (2003), « Accessibilité », in J. Lévy et M. Lussault, *Dictionnaire de Géographie de l'espace et des sociétés*, Belin, Paris, pp. 35

L'Hostis, A. et Baptiste, H. (2006), « A Transport network for a City network: Analysing the quality of the public transport service in the Nord-Pas-de-Calais region. », *European Journal of Spatial Development*, 20, pp. 1-18

L'Hostis, A. et Decoupigny, C. (2001), « Scheduled accessibility in the multimodal transport network of the Nord-Pas-de-Calais region: measures of the transport service for the assessment of the spatial planning policy », European NECTAR Conference, Helsinki

L'Hostis, A. et Menerault, P. (2004), « Assessing spatial planning policy with accessibility indicators: the case of Lille's metropolis scenario », in M. Beuthe, V. Himanen, A. Reggiani et L. Zamparini, *Transport developments and innovations in an evolving world*, Springer, Berlin, pp. 293-312

L'Hostis, A., Decoupigny, C., Menerault, P. et Morice, N. (2001), *Cadencement et intermodalité de l'offre en transport collectif en Nord-Pas de Calais. Analyse et propositions d'amélioration*, INRETS, Villeneuve-d'Ascq, 120 p.

Madre, J.-L. et Maffre, J. (1997), « La mobilité des résidants français. Panorama général et évolution », *Recherche Transports Sécurité*, n°56, pp. 9-26

Marchetti, C. (2002), *L'homme a toujours bougé une heure par jour !*, interview de P. Imboden, dimanche.ch du 21 Avril 2002, pp. 29-29

Marconis, R. (2004), « Les transports, éléments de la construction métropolitaine. Introduction. », in C. Siino, F. Laumière et F. Leriche, *Métropolisation et grands équipements structurants*, Presses universitaires du Mirail, Toulouse, pp. 87-90

Martinotti, G., Zajczyk, F et Boffi M. (2000), *Atlante dei bisogni delle periferie milanesi*, Milan, LabSMA et Université de Milan-Bicocca

Massot, M.-H. (2009), « La mobilité, variable d'ajustement du quotidien des actifs. Approche qualitative et quantitative : quelles complémentarités ? », 1er Forum VRM sur les méthodologies innovantes en études urbaines, Ottawa, 13 Mai 2009

Menerault, P. (1991), « Réseaux de transport et solidarités territoriales en milieu urbain », Thèse de doctorat en Urbanisme, Paris XII, 429 p.

Menerault, P. (1996), « TGV et transports ferrés régionaux dans le Nord-Pas-de-Calais: analyse spatiale d'une politique publique locale », *Annales des Pays-Bas français*, n°XXI, pp. 45-62

Menerault, P. (1998), « Processus de territorialisation des réseaux: analyse de la grande vitesse ferroviaire à l'échelle régionale », *NETCOM*, n°12, 1-2-3, pp. 161-184

Menerault, P. et L'Hostis, A. (2000), *Analyse des relations réseaux/territoires: restructuration de l'offre ferroviaire de l'axe Lille/Valenciennes/Jeumont*, GRRT, Villeneuve d'Ascq, 84 p.

Menerault, P., Barré, A., Conesa, A., L'Hostis, A., Pucci, P. et Stransky, V. (2006), *Multipolarités urbaines et nouvelles organisations intermodales*, GRRT, Villeneuve d'Ascq, 124 p.

Merlin, P. (1991), *Géographie, économie et planification des transports*, Presses Universitaires de France, Paris, 472 p.

Mille, M. (2000), « Des densités habitantes aux densités mouvantes », *Cybergeo: Revue européenne de géographie*, 121, 25/02/2000, pp. 1-7

Montulet, B. (1998), *Les enjeux spatio-temporels du social: mobilités*, L'Harmattan, Paris, 221 p.

Moretti, A. (1999), *Il paradigma del policentrismo. Conoscenza e trasformzione del territorio lombardo*, Quaderni del dipartimento di scienze del territorio - Franco Angeli, Milano, 168 p.

Moriconi-Ebrard, F. (2003), « Polarisation », in J. Lévy et M. Lussault, *Dictionnaire de la Géographie et de l'espace des sociétés*, Belin, Paris, pp. 722-723

Newman, P. et Kenworty, J. (1999), *Sustainability and cities: overcoming automobile dependence*, Island Press, Washington, 464 p.

Noin, D. (2004), *La France des régions*, Armand Colin, Paris 96 p.

OCDE (1997), « CO2 Emissions from Road Vehicles. Working Paper N°1, Road Transport », OCDE

Offner, J.-M. (1993a), « Le développement des réseaux techniques: un modèle générique », *Flux*, n°13-14, pp. 11-18

Offner, J.-M. (1993b), « Les effets structurants du transport: mythe politique, mystification scientifique », *L'Espace Géographique*, N°3, pp. 233-242

Offner, J.-M. (2000), « Réseaux et dynamiques urbaines: le filigrane trompeur des maillages techniques », in T. Paquot, *La ville et l'urbain, état des savoirs*, Editions de La Découverte, pp. 137-145

Offner, J.-M. (2003), « Réseau », in J. Lévy et M. Lussault, *Dictionnaire de la géographie et des espaces des sociétés*, Belin, Paris, pp. 795-796

Offner, J.-M. et Pumain, D. (1996), *Réseaux et territoires: significations croisées*, Editions de l'Aube, La Tour d'Aigues, 281 p.

Offner, J.-M. et Sander, A. (1990), *Les points-clés d'autrement bus des théories à la pratique: Analyse de la mise en oeuvre d'une innovation à la RATP*, RATP, Paris, 120 p.

Ollivro, J. (2000), *L'homme à toutes vitesses. De la lenteur homogène à la rapidité différenciée*, Presses Universitaires de Rennes, Rennes, 184 p.

Orfeuil, J.-P. et Massot, M.-H. (2005), « La mobilité au quotidien, entre choix individuel et production sociale », *Cahiers Internationaux de la Sociologie*, n°CXVIII, pp. 81-100

Paquet, G. (2005), *The New Geo-Governance. A Baroque Approach*, Ottawa University Press, Ottawa, 362 p.

Paquot, T. (2001), *Le Quotidien urbain, essai sur le temps des villes*, La Découverte, Paris, 194 p.

Parkinson, M., Hutchins, M., Simmie, J., Clark, G. et Verdonk, H. (2004), *Competitive European Cities: Where do the Core Cities Stand? Urban Research Summary 13*, ODPM (Office of the Deputy Prime Minister), Londres, 31 p.

Pény, A. et Wachter, S. (1999), *Les vitesses de la ville*, Ed. de l'aube, 195 p.

Pierce, N. (1996), « Keynote Adress at the 39th North Carolina Planning Conference », *Carolina Planning*, n°21, pp. 2-7

Pini, G. (1998), « La Géographie des transports », in A. Bailly, *Les concepts de la géographie humaine*, Armand Colin, Paris, pp. 135-140

Pinson, D. et Thomann, S. (2001), *La maison en ses territoires. De la villa à la ville diffuse*, L'Harmattan, Paris, 192 p.

Plassard, F. (1991), « La révolution TGV: un nouveau système de transport », in *TGV et aménagement du territoire: un enjeu pour la construction territoriale*, Syros/alternatives, Paris, 153 p.

Plassard, F. (1993), « Les enjeux territoriaux des transports », in F. Plassard, A. Bonnafous et B. Vulin, *Circuler Demain*, Editions de l'Aube, Paris, pp. 49-58

Plassard, F. (1997), « Les effets des infrastructures de transport, modèles et paradigmes », in A. Burmeister et G. Joignaux, *Infrastructures de transport et territoires*, L'Harmattan, Paris, pp. 39-54

Plassard, F. (2003a), *Transport et Territoire*, La Documentation Française, 97 p.

Plassard, F. (2003b), *Introduction à l'Analyse des transports*, Université Lyon 3 - Jean Moulin, Lyon, 120 p.

Poncet, P. (2003), « Transport », in J. Lévy et M. Lussault, *Dictionnaire de la Géographie et de l'espace des sociétés*, Belin, Paris, pp. 937-938

Porter, M. E. (1998), *Clusters and the New Economics of Competition*, Harvard Business, Boston, 14 p.

Poublan-Attas, V. (1998), « L'espace urbain déformé: transports collectifs et cartes mentales », Thèse de doctorat en Aménagement du territoire, ENPC, 351 p.

Poulit, J. (2005), *Le territoire des hommes*, Bourin Editeur, Paris, 349 p.

Pouyanne, G. (2004), « Des avantages comparatifs de la ville compacte à l'interaction forme urbaine-mobilité. Méthodologie et premiers résultats », *Les Cahiers Scientifiques du Transport*, n°45, pp. 49-82

Prevedousros, P. et Schofer, J. (1991), « Trip Characteristics and Travel Patterns of Suburban Residents », *Transportation Research Record*, n°1328, pp. 49-57

Pucci, P. (1999), « Interconnexion et rôle des noeuds d'infrastructures: du sectoriel au général », *Flux*, n°38, Réseaux et territoires en interconnexions, pp. 30-38

Pumain, D., Bretagnolle, A. et Degorge-Lavagne, M. (1999), « La ville et la croissance urbaine dans l'espace-temps », *Mappemonde*, 55, pp. 38-42

Raffestin, C. (1980), *Pour une géographie du pouvoir*, Litec, Paris, 250 p.

Rawls, J. (1997, réédition), *Théorie de la Justice*, Le Seuil, Paris, 666 p.

Reichman, S. (1983), *Les transports: servitude ou liberté*, PUF, Paris, 197 p.

Richer, C. (2007), « Multipolarités urbaines et intermodalité: les pôles d'échanges, un enjeu de la coopération intercommunale », Thèse soutenue à Villeneuve d'Ascq et dirigée par Philippe Ménerault. INRETS, Villeneuve d'Ascq, 530 p.

Rouge, M. F. (1953), « L'organisation de l'espace et les réseaux », in *Eventail de l'histoire vivante, hommage à Lucien Febvre*, Armand Colin, Paris, pp. 401-405

Rowand, R. (1989), « You sit, and you wait, and you boil », *Automotive News*, 25 p.

Schafer, A. et Victor, D. (2000), « The future mobility of the worldpopulation », *Transportation Research A: Policy and practice*, n°34, 3, pp. 171-205

Scherrer, F. (2006), « L'accès différencié aux services urbains en réseau: proposition d'un cadre analytique », 28 Avril 2006, L'accès aux services urbains en réseau dans les villes libanaises, Institut des Beaux-Arts, Université Libanaise, Beyrouth

SDEC (1999), *Schéma de développement de l'espace communautaire*, Office des publications officielles des Communautés Européennes, Luxembourg, 94 p.

Seznec, E. (2008), « 22 Grandes villes au banc d'essai », *Que Choisir? Transports Urbains*, N°457, pp. 17-21

Simmonds, D. et Coombs, D. (2000), « The transport implications of alternative urban forms », in M. Jenks, *Achieving a sustainable urban form*, Spon, Londres, pp. 121-131

Simon, P. (2007), « Attendus socio-philosophiques et politiques de la mixité Sociale », *Document du Ceras*, Dossier n°7: "La mixité sociale"

Stathopoulos, N. (1997), *La Performance territoriale des réseaux de transport*, Presses ENPC, Paris, 228 p.

Stock, M. (2001), *Mobilités géographiques et pratiques des lieux. Étude théorico-empirique à travers deux lieux touristiques anciennement constitués: Brighton & Hove (Royaume-Uni) et Garmisch-Partenkirchen (Allemagne)*, thèse de géographie, Université de Paris 7 - Denis Diderot, Paris, 663 p.

Stock, M. (2006), « L'hypothèse de l'habiter poly-topique: pratiquer les lieux géographiques dans les sociétés à individus mobiles », *EspacesTemps.net* (revue en ligne)

Sueur, J.-P. (1998), « Demain la ville. Rapport présenté au ministère de l'emploi et de la solidarité. », La Documentation Française

Sykes, O. (2005a), « Polycentricity-an idea that's here to stay? », *Town and Country Planning*, pp. 250-253

Thiard, P. (2005), « L'offre territoriale: un nouveau concept pour le développement des territoires et des métropoles », in DATAR, *Territoires 2030*, pp. 17-28

Tissier, J.-L. (2003), « Paysage », in J. Lévy et M. Lussault, *Dictionnaire de la géographie et des espaces des sociétés*, Belin, Paris, pp. 697-701

Turok, I. et Bailey, N. (2004), « The theory of polycentric urban regions and its application to Central Scotland », *European Planning Studies*, n°12, pp. 371-389

Urry, J. (2000), *Sociology beyond societies: Mobilities for the Twenty-First Century*, Routledge, Londres, 272 p.

Vanier, M. (2002), « Les espaces du politique : trois réflexions pour sortir des limites du territoire », in B. Debarbieux et M. Vanier, *Ces territorialités qui se dessinent*, La Tour d'Aigues, DATAR, Edition de L'Aube, pp. 75-89

Vodoz, L. (2004), « Les mobiles d'une approche territoriale », in L. Vodoz, B. Pfister-Giauque et C. Jemelin, *Les territoires de la Mobilité. L'aire du temps*, Presses Polytechniques Universitaires Romandes, Lausanne, pp. 1-7

Vodoz, L., Pfister-Giauque, B. et Jemelin, C. (2004), *Les territoires de la Mobilité. L'aire du temps*, PPUR, Lausanne, 398 p.

Webber, M. (1994), « The marriage of Autos & &Transit: How to make transit popular again », *Access*, n°5, 31 p.

Wenglenski, S. (2006), « Regards sur la mobilité au travail des classes populaires. Une exploration du cas parisien », *Cahiers Scientifiques du Transport*, N°3, pp. 103-127

Werych, P. et Lind, W. (1997), *Conservatives and Mass transit: Is it time for a New look?* The Free Congress Foundation, Washington, 24 p.

Whitelegg, J. (1993), *Transport for a Sustainable Future: The Case for Europe*, John Wiley and sons, Londres, 224 p.

Wiel, M. (1999), *La transition urbaine ou le passagede la ville pédestre à la ville motorisée*, Architectures + Recherches/Madraga, Sprimont, 149 p.

Wiel, M. (2002), *Ville et automobile*, Descartes et Cie, Paris, 140 p.

Wiel, M. (2006a), « Mobilité = métropolité: une équation impossible? », *Urbanisme*, n° Hors-Série, 28, pp. 27-27

Wiel, M. (2006b), « Vitesse ou Densité », *Territorio*, n° 37, 8 p.

Wiel, M. (2007), « Le réseau ferroviaire peut-il être l'ossature du développement métropolitain? », in F. Lamarre et M. Bajard, *De la gare à la ville, Arep une démarche de projet*, AAM, Bruxelles, pp. 170-175

Williams, K. (2005), *Spatial Planning, Urban Form and Sustainable Transport*, Ashgate, Bodmin, 240 p.

Young, I. M. (1990), *Justice and the Politics of Difference*, Princeton University Press, Princeton, 294 p.

Zahavi, Y. (1974), *Travel characteristics in cities of developing and developed countries, working paper*, The World Bank, Washington, 95 p.

Zembri, P. (1997), « L'émergence des réseaux ferroviaires régionaux en France: quand un territoire institutionnel modifié s'impose au territoire fonctionnel », *Flux*, n°29, pp. 25-40

METROPOLISATION ET GEOGRAPHIE URBAINE

Antier, G. (2005), *Les stratégies des grandes métropoles. Enjeux, pouvoirs et aménagement*, Armand Colin, Liège, 250 p

Ascher, F. (1995), *Métapolis ou l'avenir des villes*, Odile Jacob, Paris, 345 p.

Ascher, F. (2001), « La nouvelle révolution urbaine: de la planification au management stratégique urbain », in A. Masboungi, *Fabriquer la ville*, La Documentation française, Paris, pp. 21-32

Ascher, F. (2003), « Métropolisation », in J. Lévy et M. Lussault, *Dictionnaire de la géographie et des espaces des sociétés*, Belin, Paris, pp. 612-615

Bachelet, F ., Menerault P. et Paris, D. (2006) « Transport et processus de métropolisation », *RTS*, n° 92 Spécial Transport et processus de métropolisation, Juillet-Septembre 2006, pp. 153-156

Bassand, M., Kaufmann, V. et Joye, D. (2007 réédition), *Enjeux de la sociologie urbaine*, PPUR, Lausanne, 411 p.

Beauchard, J. (1996), *La ville-pays. Vers une alternative à la métropolisation.*, Editions de l'Aube IAAT, Poitiers, 125 p.

Béhar, D. (2006) « De l'intercommunalité à l'interterritorialité : les institutions et les machins », Séminaire « l'intercommunalité en débat », Institut d'urbanisme de Lyon

Booth, C. (1903) *Life and Labour of the People in London*, Macmillan & co, Londres, 17 volumes

Braudel, F. (1985), *La dynamique du capitalisme*, Champs/Flammarion Edition Arthaud, Paris, 121 p.

Brunet, R. (1989), *Les villes "européennes"*, La documentation française, Paris, 79 p

Buisson, M.-A. et Mignot, D. (1995), « Évolution des villes et politiques de transport », *Les Cahiers Scientifiques du Transport*

Buisson, M.-A. et Rousier, N. (1998), « L'internationalisation des villes: métropolisation et nouveaux rapports ville-région », *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, n°2, pp. 163-184

Bury, J.-C. (2001), « Métropoles et structuration du territoire », Conseil Economique et Social

Castells, M. (1998), *L'ère de l'information: la société en réseau*, Fayard, Paris, 613 p.

Cicille, P. et Rozenblat, C. (2003), *Les Villes Européennes : analyse comparative*, La Documentation Française, Paris

Conesa, A. (2004), *Émergence et mise en réseau de nouveaux espaces métropolitains. La Métropolisation des espaces naturels*, Mémoire de DEA dirigé par Christine VOIRON et soutenu à l'Université de Nice- Sophia Antipolis, Nice, 86 p.

Dalmasso, E. (1971), *Milan, capitale économique de l'Italie*, Ophrys, Paris, 583 p.

Damette, F. (1994), *La France en Villes*, La Documentation Française, Paris, 271 p.

Davezies, L. (1996), « Les produits des grandes villes françaises », *Données Urbaines*, n°1, pp. 57-72

Decoupigny, F. (2006), « Métropolisation des espaces naturels: application à la région Provence Alpes Côte d'Azur », in J.-L. Klein et C. Tardif, *Entre réseaux et systèmes: les nouveaux espaces régionaux*, CRDT-GRIDEQ-CRISES, pp. 155-175

Derycke, P.-H. (1997), « Préface », in F. C. Claude Lacour, *L'intégration régionale des espaces*, Economica, Paris

Di Méo, G. (1993), « Métropolisation », in R. Brunet, R. Ferras et H. Théry, *Les mots de la géographie. Dictionnaire critique*, Reclus-La Documentation Française, Montpellier

Donzelot, J. (2004), « La ville à trois vitesses : relégation, périurbanisation, gentrification », *Revue Esprit*, Mars 2004, pp. 14-40

El Haggar, N., Paris, D. et Shahrour, I. (2003) *La Ville en débat*, L'Harmattan, Paris, 288 p.

Ferras, R. (1977), *Barcelone, métropole en croissance*, Anthropos, Paris

Ferrier, J.-P. (2000), « De l'urbain au post-urbain. Théorie géographique de la métropolisation et prospective pour une habitation durable des territoires », in J.-P. Paulet, *Les très grandes villes dans le monde. Etude géographique*, CNED-SEDES, Paris, pp. 165-213

Ferrier, J.-P. (2001), « Pour une théorie (géographique) de la métropolisation », *Cahiers de la métropolisation* (revue en ligne)

Ferrier, J.-P. (2003), « Territoire », in J. Lévy et M. Lussault, *Dictionnaire de la géographie et des espaces des sociétés*, Belin, Paris, pp. 912-917

FNAU (2006), *Des aires urbaines aux systèmes métropolitains. Une première approche*, FNAU, Gradignan, 63 p.

Gaschet, F., Lacour, C., Aguiléra, A. et Bouzouina, L. (2009), *Métropolisation et ségrégation*, Presses Universitaires de Bordeaux, Bordeaux, 316 p.

Giddens, A. (1994), *Les conséquences de la modernité*, L'Harmattan, Paris, 190 p.

Gottmann, J. (1961), *Megalopolis : The Urbanized Northeastern Seaboard of the United States*, The Twentieth Century Fund XI, 810 p.

Gottmann, J. et Harper, R. (1990), *Since Megalopolis. The Urban Writings of Jean Gottmann*, The John Hopkins University Press, Baltimore & Londres, 294 p.

Goze, M. (1998), « Métropolisation et intégration urbaine: les relectures stratégiques de la décentralisation », in C. Lacour et F. Célimène, *L'intégration régionale des espaces*, Economica, Paris, pp. 141-158

Haggett, P. (2001), *Geography, a global Synthesis*, Prentice Hall, 833 p.

Huriot, J.-M. et Bourdeau-Lepage, L. (2006), *Economie des villes contemporaines*, Economica, Paris, 366 p.

Jourdan, G. (2005), « Le processus de métropolisation et ses spécificités en PACA », *Conférence du cycle "Les défis du développement durable""Développement local, urbanisation et aménagement du territoire"*, pp. 22

Krugman, P. (2000), *L'age des rendements décroissants*, Economica, Paris, 206 p.

Laborie, J.-P. (1991), « Les villes moyennes face à la métropolisation », in M. Bonneville, *L'avenir des villes*, Programme Pluriannuel en Sciences Humaines, Lyon, pp. 19-30

Lacour, C. et Célimène, F. (1997), *L'intégration régionale des espaces*, Economica, Paris, 300 p.

Lacour, C. et Puissant, S. (1999), *La métropolisation: Croissance, diversité, fractures*, Anthropos, Paris, 206 p.

Lévy, J. (1999), *Le tournant géographique. Penser l'espace pour lire le monde*, Belin, Paris, 400 p.

Lévy, J. (2003b), « Métropole », in J. Lévy et M. Lussault, *Dictionnaire de Géographie de l'espace et des sociétés*, Belin, Paris, pp. 609-612

May, N., Veltz, P., Landrieu, J. et Spector, T. (1998), *La ville éclatée*, Editions de l'Aube, Paris, 351 p.

Meyer, S. (2001), « Analyse et monitoring des pratiques sociales qui déterminent la demande de mobilité. Rapport final SSTC », CEESE-ULB

Mignot, D., Aguiléra, A. et Bloy, D. (2004), « Permanence des formes de la métropolisation et de l'étalement urbain », INRETS

Noin, D. (2003), *Le nouvel espace français*, Armand Colin, Paris, 247 p.

Paris, D. (2004), « Infrastructure de transport, intégration spatiale, renouvellement urbain et construction métropolitaine: l'exemple de la métropole lilloise », in C. Siino, F. Laumière et F. Leriche, *Métropolisation et grands équipements structurants*, Presse Universitaires du Mirail, Toulouse, pp. 91-107

Paris, D. et Stevens, J.-F. (2000), *Lille et sa région urbaine. La bifurcation métropolitaine*, L'Harmattan, Paris, 266 p.

Parr, J. B. (2003), « The Polycentric Urban Region: A Closer Inspection », *Regional Studies*, n°38, pp. 231-240

Sallez, A. et Vérot, P. (1993), « Les villes en question », in A. Sallez, *Les villes, lieux d'Europe.*, Datar/Editions de l'Aube, Paris, pp. 147-178

Sassen, S. (1996), *The Global City: New York - Londres - Tokyo*, Princeton University Press, Oxford, 397 p.

Saxenian, A. L. (1994), *Regional Advantage: Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128*, Harvard University Press, Cambridge, 226 p.

Siino, C., Laumière, F. et Leriche, F. (2004), *Métropolisation et grands équipements structurants*, Presses Universitaires du Mirail, Toulouse, 305 p.

Sykes, O. (2005b), « Metropolitan co-operation the gallic way », *Town and Country Planning*, pp. 320-323

Taylor, P. J. (2004), *World City Network: a global urban analysis*, Routledge, Londres, 241 p.

Vaughan, C. (1892), *Capitals of the world*, Low, Marston &Co Ltd, Londres

Veltz, P. (1994), *Des territoires pour apprendre et innover*, Editions de l'Aube, La Tour d'Aigues, 93 p.

Veltz, P. (2005), *Mondialisation, villes et territoires: l'économie d'archipel*, PUF, Paris, 288 p.

Wackermann, G. (2000), *Très grandes villes et métropolisation*, Ellipses, Paris, 224 p.

Wolff, J.-P. (2004), « Grands équipements et structuration spatiale des métropoles. Introduction », in C. Siino, F. Laumière et F. Leriche, *Métropolisation et grands équipements structurants*, Presses Universitaires du Mirail, Toulouse, pp. 169-172

Younes, C. et Paquot, T. (2000), *Ethique, architecture, urbain*, La Découverte, Paris, 223 p.

METHODES, OUTILS ET MODELISATION

Audard, F. (2007), « Les algorithmes génétiques au service de la modélisation de la mobilité régionale », SAGEO, Clermont-Ferrand

Banos, A. (2001), « Le lieu, le moment, le mouvement: pour une exploration spatio-temporelle désagrégée de la demande de transport en commun en milieu urbain », Thèse de doctorat en Géographie, Université de Franche-Comté, 355 p.

Banos, A. et Thévenin, T. (2005), « La carte animée pour révéler les rythmes urbains », *Revue Internationale de Géomatique*, n°15, 1, pp. 11-31

Baptiste, H. (2003), « Détermination des chemins optimaux dans un graphe temporisé », in P. Mathis, *Graphes et Réseaux. Modélisation multiniveaux*, Lavoisier/Hermès, Paris, pp. 93-112

Barnagaud, J.-L. (2002), « La construction du graphique », *Revue Générale des Chemins de Fer*, pp. 123-137

Beauquier, D., Berstel, J. et Chrétienne, P. (1992), *Eléments d'algorithmique*, Masson, Paris, 463 p.

Berge, C. (1967), *Théorie des graphes et ses applications*, Dunod, Paris, 267 p.

Berge, C. (1983), *Les Graphes*, Gauthier-Villars, Paris, 400 p.

Bertolini, L., Le Clercq, F. et Kapoen, L. (2005), « Sustainable accessibility: a conceptual framework to integrate transport and land use plan-making. Two test-applications in the Netherlands and a reflection on the way forward », *Transport Policy*, n°12, pp. 207-220

Botquélen, Y. (2004), *Plus courts chemins dans les graphes sous contrainte d'horaires. Projet de fin d'études*, EPU CESA, Tours, 56 p.

Bozzani-Franc, S., Conesa, A., L'Hostis, A., Auber, D., Discazeaux, C., Rozenblat, C., Mary, P., Mélançon, G. et Koenig, P.-Y. (2007), « Relating the organisation of the cities network and the organisation of the air transport network. An approach through graph visualisation », 15th European Colloquium on Theoretical and Quantitative Geography (ECTQG 07), Eurotel Riviera, Montreux, 7, 8, 9 et 10 septembre 2007

Bruinsma, F. et Rietveld, P. (1993), « Urban Agglomeration in European Infrastructure Networks », *Urban Studies*, n°30, pp. 919-934

Buguellou, J.-B. (2005), « Analyse de flux de transport à l'échelle d'un espac régional: interaction de l'offre et la demande de transport dans la région Centre », Colloque de l'Association Française des Instituts de Logistique et de Transport

Cattan, N. (1992), « La mise en réseau des grandes villes européennes », Thèse de doctorat en Géographie, Université de Paris I, 379 p.

Cauvin, C. (2005), « A systemic approach to transport accessibility. A methodolgy developped in Strasbourg: 1998-2002 », *Cybergeo*, n°311, Mai, 26 p.

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

CERTU (1995), *Exploitation des transports collectifs, comparatif de logiciels d'habillage*, CERTU, Lyon, 58 p.

CERTU (2003), *Modélisation des déplacements urbains de voyageurs*, La Documentation Française, Paris, 244 p.

CERTU et ADEME (1998), *Comportements de déplacement en milieu urbain: les modèles de choix discrets*, ADEME/CERTU, Lyon, 132 p.

Chang, Y.-H., Yeh, C.-H. et Shen, C.-C. (1999), « A multiobjective model for passenger train services planning: application to Taiwan's high-speed rail line », *Transportation research B: Methodological*, n°34, 2, pp. 91-106

Chapelon, L. (1996), « Modélisation multi-échelle des réseaux de transport: vers une plus grande précision de l'accessibilité », *Mappemonde*, n°N° 3, pp. 28-36

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

Chapelon, L., Jouvaud, B. et Ramora, S. (2004), « L'accessibilité ferroviaire des villes françaises en 2003, 2010 et 2020: vers une nouvelle configuration de l'espace-temps. », Réseaux Ferrés de France

Chatelus, G. (1997), *Accessibilité interrégionale, théorie et exemple d'application à l'échelle européenne*, INRETS, Arcueil, 132 p.

Chew, C., Chong, A. et Moore, A. (2005), « The space-time representation of complex transportation networks », 24-25 Novembre 2005, 17th annual Colloquium of the Spatial Information Centre (SIRC 2005), Dunedin

Chiaradia, A., Moreau, E. et Radford, N. (2005), « Configurational exploration of public transport movement networks: A case study, The London Underground », *5th International Space Syntax Symposium*, pp. 541-552

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

Daganzo, C. F. (1998), *Reversibility of the time-dependant shortest path problem*, Berkeley, 5 p.

De Coninck, R. (1978), « Contre l'idéalisme en géographie », *Cahiers de Géographie de Quebec*, n°22, N°56, pp. 123-145

De Crecy, R. (1979), « Quelques réflexions sur l'accessibilité », *Les cahiers scientifiques de la revue Transport*, pp. 18-32

De Palma, A. et Fontan, C. (2001), *Choix modal et valeurs du temps en Ile-de-France*, 41 p.

Decoupigny, F. (2000), « Accès et diffusion des visiteurs sur les espaces naturels. Modélisation et simulations prospectives », Thèse de doctorat en Urbanisme et Aménagement de l'Espace, Université François Rabelais, 401 p.

Decoupigny, F. et Fusco, G. (2008), « Logiques réticulaires dans l'organisation métropolitaine en région Provence-Alpes-Côte d'Azur », XLVe colloque de l'ASRDLF, Rimouski 25-27 Août 2008, 18 p.

Decoupigny, F., Fusco, G., Conesa, A., Passel, S., Ravera, A. et Scarella, F. (2009), *Mobilités et métropolisation : développement d'une démarche stratégique d'aide à la décision*, PREDIT « Accessibilité des transports » groupe opérationnel n° 1 « Mobilités, territoires et développement durable », UMR 6012 ESPACE, Nice, 320 p.

Dobruszkes, F. et Marissal, P. (2002), « Réfléxions sur l'usage des modèles dans les études de transport et les sciences sociales », *Recherche Transports Sécurité*, N°74, pp. 25

Dumartin, G. (1995), « Une mesure d'accessibilité interurbaine », 8-9 Juin 1995, Grandes infrastructures de transport et territoire, Lille

Dumolard, P. (1999), « Accessibilité et diffusion spatiale », *L'Espace géographique*, n°3, 28, pp. 205-214

Dumontier, F. et Pan Ke Shon, J.-L. (2000), « Enquête Emploi du temps 1998-1999. Description des activités quotidiennes », *Insee Résultats*

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

Faivre d'Acier, B. (1983), « La mesure de l'accessibilité: une aide à la décision? », *Transport public*, N°803, pp. 42-43

Forrester, J. W. (1979), *Dynamique urbaine*, Economica, Paris, 329 p.

Frankhauser, P. (1998), « La géométrie fractale - Un nouvel outil pour évaluer le rôle de la morphologie des réseaux de transport public dans l'organisation spatiale des agglomérations », *Cahiers Scientifiques du Transport*, N°33, pp. 41-78

Genre-Grandpierre, C. (2001), « Laisser leur chance aux modes non mécanisés par l'aménagement des réseaux routiers », ThéoQuant, Besançon

Geurs, K. T. et Ritsema van Eck, J. R. (2001), *Accessibility measures: review and applications*, RIVM, Bilthoven, 265 p.

Geurs, K. T. et van Wee, B. (2004), « Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research direction », *Journal of Transport Geography*, n°12, 2, pp. 127-140

Gutierrez, J., Gonzalez, R. et Gomez, G. (1996), « The European high-speed train network: predicted effects on accessibility patterns », *Journal of Transport Geography*, n°4, 4, pp. 227-238

Gutierrez, J., Monzon, A. et Pinero, J. (1998), « Accessibility, network efficiency, and transport infrastructure planning », *Environment and Planning A*, n°30, 8, pp. 1337–1350

Hagerstrand, T. (1967), *Innovation diffusion as a spatial process*, University of Chicago Press, Chicago, 333 p.

Healey & Baker (1993), *European Real Estate Monitor*, Healey & Baker, Londres

Izquierdo, R. et Monzon, A. (1992), « Capacité des infrastructures et accessibilité des réseaux », Douzième symposium international sur la théorie et la pratique en économie des transports. CEMT, Paris

Janic, M. (1996), « The TransEuropean Railway Network: Three levels of services for the passengers », *Transport Policy*, n°3, 3, pp. 99-104

Jiang, J. (1993), « Conception assistée par ordinateur des réseaux de transport », Thèse de doctorat en Urbanisme et aménagement, Paris XIII, 394 p.

Kalsas, B. T. et Aase, E. (1997), « Modelling accessibility for public transport in an urban context », 37th European Congress, Regional Science Association, Faculty of Economics, University of Rome

Kansky, K. J. (1963), *Structure of transportation networks: relationships between network geometry and regional characteristics*, University of Chicago Press, Chicago, 157 p.

Kansky, K. J. (1989), « Measures of network structures », *Flux*, n° Spécial, pp. 93-151

Keeble, D., Offord, J. et Walker, S. (1986), « Peripheral Regions in a Community of Twelvemember states », Office for Official Publications of the European Communities

Kim, H.-M. et Kwan, M.-P. (2003), « Space-Time accessibility measures: A geocomputational algorithm with a focus on the feasible opportunity set and possible activity duration », *Journal of Geographical Systems*, n°5, 1, pp. 71-91

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

Kühn, F. et Hayat, S. (1999), « Indicateurs de qualité de service et faits marquants sur 22 réseaux de transport urbain en Europe », INRETS

Kwan, M.-P. (1998), « Space-Time and integral measures of individual accessibility: A comparative analysis using a point-based framework », *Geographical Analysis*, n°30, pp. 191-216

Kwan, M.-P. (1999), « Gender and individual access to urban opportunities: A study using space-time measures. », *The Professional Geographer*, n°2, Mai, pp. 211-227

Langlois, A. et Phipps, M. (1997), *Automates cellulaires. Application à la simulation urbaine*, Hermes, Paris, 197 p.

Langlois, P. et Reguer, D. (2005), « La place du modèle et de la modèlisation dans les Sciences Humaines et Sociales », in Y. Guermond, *Modélisations en géographie. Déterminismes et complexités*, Hermès, Paris, pp. 35-48

Lee, D.-H. (2004), *Urban and regional transportation modeling*, Edward Elgar Publishing, Northampton, 398 p.

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

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

Linneker, B. et Spence, N. (1992), « An Accessibility Analysis of the Impact of the M25 London Orbital Motorway on Britain », *Regional Studies: The Journal of the Regional Studies Association*, n°26, pp. 31-47

Maby, J. (2003), « Approche conceptuelle et pratique des indicateurs en géographie », in J. Charre, *Indicateurs*, UMR ESPACE 6012, Avignon, pp. 16-41

Martellato, D. et Nijkamp, P. (1998), « The concept of Accessibility revisited », in A. Reggiani, *Accessibility, Trade and Locational Behaviour*, Ashgate, Aldershot, pp. 17-40

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

Mathis, P. (2003b), « Puissance et insuffisances des graphes pour la description et la modélisation des réseaux », in P. Mathis, *Graphes et réseaux. Modélisation multiniveau*, Lavoisier/Hermès, Paris, pp. 19-47

Miller, H. (1999), « Measuring space-time accessibility benefits within transportation networks: Basic theory and computational methods », *Geographical Analysis*, n°31, pp. 187-212

Miller, H. et Wu, Y. (2000), « GIS Software for measuring space-time accessibility in transportation planning and analysis », *GeoInformatica*, n°4, 2, pp. 1-31

Monzon, A. (1988), « Los indicatores de accessibilidad y la planificacion del transporte: concepto e clasificacion », *TTC (Revista del Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones)*, n°35, Novembre-Décembre, pp. 30-43

Murray, A. T., Davis, R., Stimson, R. J. et Ferreira, L. (1998), « Public Transportation Access », *Transportation Research B*, n°3, 5, pp. 319-328

Neutens, T., Witlox, F. et Denmeyer, P. (2007), « Individual Accessibility and travel possibilities: a litterature review on time-geography », *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, N°4, pp. 335-352

Nuzzolo, A., Crisalli, U. et Gangemi, F. (2000), « A behavioural choice model for the evaluation of railway supply and pricing policies », *Transportation Research A*, pp. 395-404

Nuzzolo, A., Russo, F. et Crisalli, U. (2001), « A Doubly Dynamic Schedule-based Assignment model for Transit networks », *Transportation Science*, n°35, pp. 268-285

Ortuzar, J. d. D. et Willumsen, L. (1994), *Modelling Transport*, John Wiley and sons, London, 454 p.

Passegué, S. (1996), « L'accessibilité aux équipements en milieu rural, analyse spatiale à travers un SIG en mode raster », Thèse de doctorat en Géographie, Université d'Avignon et des pays de Vaucluse

Phipps, M. et Langlois, A. (1997), « Spatial dynamics, cellular automata, and parallel processing computers », *Environment and Planning B: Planning and Design*, n°24, pp. 687-705

Piché, D. et Chapleau, R. (2005), « Mobilité dans le réseau piétonnier de la ville intérieure de Montréal: toile filante? », 40e congrès annuel de l'Association Québécoise du Transport et des Routes: Inventer l'Avenir, Montréal

Pooler, J. (1995), « The use of Spatial Separation in the Measurement of Transportation Accessibility », *Transportation Research B*, n°29, pp. 421-427

Pumain, D., Sanders, L. et Saint-Julien, T. (1989), *Villes et auto-organisation*, Economica, Paris, 191 p.

Reggiani, A. (1998), *Accessibility, trade and locational behaviour*, Ashgate, Aldershot, 373 p.

Rietveld, P. et Bruinsma, F. (1998), *Is Transport infrastructure effective? Transport infrastructure and accessibility: impacts on the space economy*, Springer, Berlin, 383 p.

Sallèles, F. (2004), « Le Cadencement: des exemples en Europe…des idées pour la France? », *Le Rail*, n°108, pp. 28-32

Sanders, L. (2001), *Modèles en analyse spatiale*, Hermès, Paris, 333p.

Schelling, T. (1978), *Micromotives and Macrobehavior*, W.W. Norton & Company, 256 p.

Schürmann, C. (1996), *Rail and road isochrones from Berlin*, Institüt für Raumplanung, Dortmund, 6 p.

Schürmann, C., Spiekermann, K. et Wegener, M. (1997), *Accessibility indicators. SASI Deliverable D5.*, Institut für Raumplanung, Dortmundt, 7 p.

Serrhini, K. (2000), « Evaluation spatiale de la covisibilité d'un aménagement. Sémiologie graphique et expérimentale et modélisation quantitative », Thèse de doctorat en Aménagement, Université de Tours, CESA, 481 p.

Spiekermann, K. (1999), *Visualisierung von Eisenbahnreisezeiten - Ein interaktives Computerprogramm. Abschlussbericht des gleichnarnigen Projekts für das Verkehrshaus in Luzern*, Institut für Raumplanung, Dortmundt, 27 p.

Stathopoulos, N. (1990), « Pour une performance territoriale des réseaux: modèles conceptuels, aspects stratégiques et outils d'aide à la décions. Le projet "autrement bus" de la RATP », Thèse de doctorat en Aménagement et Urbanisme, Université Paris IX

Stathopoulos, N. (1994), « Distribution territoriale de l'offre et couverture spatiale du réseau ferroviaire parisien: une méthodologie de l'évaluationde la performance des réseaux de transport urbain », *Les Cahiers Scientifiques du Transport*, n°N° 29, 1, pp. Pages 3-16

Stopher, P. et Meyburg, A. (1975), *Urban transportation modelling and planning*, Lexington Books, Lexington, 345 p.

Tukey, J. (1977), *Exploratory data analysis*, Addison-Wesley, Reading, 688 p.

Vickerman, R. (1974), « Accessibility, attraction, and potential: a review of some concepts and their use in determining mobility », *Environment and Planning A*, n°6, pp. 675-691

Vickerman, R. (1996), « Location, Accessibility and Regional Development: the appraisal of. Trans-European networks », *Transport Policy 2*, pp. 225-234

Ward, R. G. (1998), « Remote Runways: Air Transport and Distance in Tonga », *Australian Geographical Studies*, n°2, N°36, pp. 177-186

TIME-GEOGRAPHY

Carlstein, T., Parkes, D. et Thrift, N. (1978), *Timing Space and Spacing Time Vol.1. Making sense of time and space*, Edward Arnold, London, 150 p.

Carlstein, T. (1982), *Time, ressources, society and ecology*, George Allen and Unwin Hyman, London, 444 p.

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

Ellegard, K., Engstrom, T. et Nilsson, L. (1991), *Reforming industrial work - principles and realities: in the planning of Volvo's car assembly plant in Uddevalla*, Arbetsmiljöfonden, Stockholm, 67 p.

Ellegard, K. (1996), « Restructuring automobile industry in Sweden - the emergence of a reflective Production System », *European Planning Studies*, n°4, 4

Goodchild, M. et Janelle, D. (1984), « The City around the Clock: Space-time Patterns of Urban Ecological Structure », *Environment and Planning A*, n°16, pp. 807-820

Hagerstrand, T. (1970), « What about people in regional science? », *Papers of the regional science association*, n°24, pp. 7-21

Hagerstrand, T. (1985), « Time-Geography: focus on the corporeality of man, society, and environment », *The Science of Praxis of Complexity*, pp. 193-216

Kjellman, C. (1995), *Programi-modellen: Ett trovärdigt behandlingsalternativ*, Kulturgeografiska Institutionen, Lund

Lenntorp, B. (1976), *Path in Space-Time Environments. A Geographic Study of Movement Possibilities of Individuals. Meddelanden fran Lunds universitets geografiska institution*, Avhandlingar, Lund

Thrift, N. (1977), *An introduction to time-geography. Concepts And Techniques in MOdern Geography N°5 (CATMOG)*, Geo Abstracts University of East Anglia, Londres, 36 p.

ETUDE DE CAS : LA REGION NORD-PAS-DE-CALAIS

AGUR (2005), « Appel à Coopération métropolitaine. Proposition de la région métropolitaine Flandre - Côte d'Opale - Flandre Occidentale Belge », Agence d'Urbanisme et de Développement de la région Flandres-Dunkerque

Barré, A. et Menerault, P. (2001), « L'interconnexion train/VAL dans l'agglomération lilloise », *Hommes et Terres du Nord*, n°2, pp. 106-111

CG Pas-de-Calais (2007), « Ambition Pas-de-Calais 2008-2020 », Conseil Général du Pas-de-Calais

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

Gabet, P. (2006), « L'accessibilité au musée du Louvre-Lens. Analyse d'une politique publique locale. », Thèse de doctorat en Ecole nationale des Ponts et Chaussées, p.

Lille-Métropole (2002), « Schéma Directeur de Développement et d'Urbanisme de Lille Métropole », Syndicat Mixte du Schéma Directeur de Lille-Métropole

Paris, D. (1989), *Nord-Pas-de-Calais, une région d'Europe en mouvement*, GIP Reclus et La Documentation Française, 185 p.

Paris, D. (1993), *La mutation inachevée. Mutation économique et changement spatial dans le Nord-Pas-de-Calais*, L'Harmattan, Paris, 367 p.

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

PDU Lille (2000), « Plan de déplacement Urbain de l'agglomération lilloise », Lille Métropole Communauté Urbaine

Sinn, B., Vandermotten, C. et Albrechts, L. (2007), « Les Cahiers de l'Atelier Transfrontalier. Cahier 12: Une métropole en réseau », COPIT

SRADT NPdC (2002), « Schéma Régional d'Aménagement et de Développement du Territoire. Rapport de Synthèse du groupe "Région Urbaine" », Conseil Régional Nord Pas-de-Calais

SRADT NPdC (2005), « Schéma Régional d'Aménagement et de Développement du Territoire », Conseil Régional Nord Pas-de-Calais

SRT NPdC (2006), « Schéma régional des Transports. Faire du Nord-Pas de Calais un hub au coeur du Nord de l'Europe », Conseil Régional Nord Pas-de-Calais

ETUDE DE CAS : LA REGION PACA

AgAM (2003), « Développement stratégique et Aménagement du territoire », Agence d'urbanisme de l'agglomération marseillaise

Boyer, M. (2002), *L'invention de la Côte d'Azur, l'hiver dans le Midi*, éditions de l'Aube, Paris, 380 p.

Budillon, A. (2005), « La politique des transports en Région PACA », *Transports*, N°433, pp. 278-284

Carbonell, F. et Baguena, J. (2007), « El processo de construccion del arco mediterraneo: una calle de doble direccion », *Planificacion de infraestructuras y territorio. El Arco Mediterraneo. Papers 44*, pp. 8-19

Chlastacz, M. (2007), « LGV Rhône-Alpes et Méditerranée: des connexions plus nombreuses avec le réseau classique », *Infrastructures et Mobilités*, N°65, pp. 12-17

CPER PACA (2007), « Contrat de Projets Etat-Région 2007-2013 pour la région PACA », Conseil Régional Provence-Alpes-Côte d'Azur et Préfecture de la région PACA

Dablanc, L. et Guéranger, D. (2007), « Le cas de Provence-Alpes-Côte d'Azur », in M. Ollivier-Trigalo, *Six régions à l'épreuve des politiques de transport*, INRETS, Arcueil, pp. 202-204

DATAR (2002), *Contribution de l'Etat à de nouveaux processus interrégionaux. Le Sud-Est. Aménager la France de 2020*, La Documentation Française, Paris, 169 p.

Dematteis, G. (2002), « De las regiones-area a las regiones-red. Formas emergentes de gobernabilidad regional », in J. Subirats, *Redes, territorios y gobierno. Nuevas respuestas locales a los retos de la globalización*, Diputacion de Barcelona, Barcelone, pp. 163-175

DTA Bouches-du-Rhône (2005), « Directive Territoriale d'Aménagement des Bouches-du-Rhône », Préfecture des Bouches-du-Rhône

FNAUT-PACA (2005), « Un TER-GV pour la région PACA », Contribution au débat Public LGV PACA, Fédération nationale des associations des usagers du transport de PACA

Fusco, G. (2005), « La desserte de la Côte d'Azur: un projet gravement insuffisant », Débat public LGV PACA réunion de proximité de Nice, Nice

Gir maralpin (2005), « LGV PACA. Proposition du GIR Maralpin. Notice explicative », Groupe interdisciplinaire de Réflexion des Alpes-Maritimes

PDU Nice (1998), « Plan de déplacement Urbain », Conseil municipal de Nice

Picon, J. et Verre, L. (2005), « La métropolisation dans l'espace méditerranéen français », *Les Cahiers de la métropolisation*, Cahier Spécial, pp. 82

RFF. (2008), *LGV PACA. Etudes complémentaires suite au débat public. Synthèse générale*, Réseaux Ferrés de France, 57 p.

SCOT CASA (2008), « Schéma de Cohérence Territoriale », Communauté d'Agglomération de Sophia Antipolis

Sempere-Spill, C. et Spill, J.-M. (2002), « Systèmes de transport et accessibilité du territoire régional dans l'Union européenne: l'exemple de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur », *Méditerranée*, n°98, 1-2, pp. 43-54

SRADT PACA (2006), « Schéma Régional d'Aménagement et de Développement du Territoire de la région PACA », Conseil Régional Provence-Alpes-Côte d'Azur

SRT PACA (2006), « Schéma Régional des Transports de la région PACA », Conseil Régional Provence-Alpes-Côte d'Azur

SYMENCA (2007), « Schéma de Cohérence Territoriale de l'agglomération Nice-Côte d'Azur. Pré-diagnostic », SYMENCA

Tourret, J.-C. (2007), « Perspectivas de desarollo del sistema de transporte en el mediterraneo », *Planificacion de infraestructuras y territorio. El Arco Mediterraneo. Papers 44*, pp. 58-63

GLOSSAIRE

Cette section, à l'inverse du corps du texte, ne fait aucune référence à des définitions d'auteurs. Il s'agit uniquement de faciliter la lecture en expliquant par une phrase simple le sens que prennent ces termes dans l'utilisation qui en est faite dans cette thèse, et uniquement ici.

C, C++ : Langages de programmation.
Capillarité : Caractéristique d'un réseau qui désigne la finesse de sa desserte et de sa couverture du territoire, par analogie avec les réseaux hydrologiques.
Chaîne Intermodale : Mise à disposition successive et parfaitement organisée de modes de transports différents (maillons) pour effectuer un même déplacement.
Circuité : Caractéristique morphologique d'un réseau qui désigne l'écart avec la ligne droite de son tracé.
City-Region : Aire urbaine d'une métropole qui s'étend dans son environnement régional. Traduit par Région Urbaine ou Région Métropolitaine.
Connectivité : Caractéristique d'un réseau qui définit la multiplicité des liaisons dans un réseau connexe.
Connexité : Caractéristique d'un réseau qui permet de se déplacer de n'importe quel point de ce réseau à n'importe quel autre.
Graphicage : Conception d'un graphique représentant l'organisation de l'ensemble des déplacements de véhicules sur un trajet donné et sur une journée type.
Irrigation : Caractéristiques d'un réseau qui définit sa capacité à se connecter à des réseaux plus capillaires.
LOGIT : Fonction Logistique
Macro (ou Macro-instruction) : Remplacement d'un texte contenant des instructions par un identificateur dans une application informatique.
Mission : Itinéraire d'un véhicule de transport collectif (un train, un bus, une rame de métro), défini par une suite d'arrêts et des horaires associés.
PROBIT : Fonction de distribution inverse cumulative
Procédure : Fonction de programmation informatique.
Visual Basic: Langage de programmation informatique.

Table des illustrations

Chapitre I

Figure 1- 1 : Du réseau virtuel au réseau réel (Stathopoulos 1997) 26
Figure 1- 2 : Le système de déplacement (Decoupigny 2000) 28
Figure 1- 3: Les interactions du système (Decoupigny 2000) 28
Figure 1- 4 : Diffrences topolgie/morphologie: les graphes isomorphes 29
Figure 1- 5: Topologies des réseaux et pratique de l'espace (Decoupigny 2000) 31
Figure 1- 6 : Polarisation et configurations spatiales 32
Figure 1- 7 : Maillage et configurations spatiales 33
Figure 1- 8 : Le territoire selon Maryvonne LeBerre 35
Figure 1- 9 : Le territoire des transports selon Amar 35
Figure 1- 10 : Une forme particulière d'appropriation de l'espace des réseaux 43
Figure 1- 11 : De l'appropriation routinière en réseau au "multi-territoire" 45

Chapitre II

Figure II- 1 : Les trois modernités des rapports des sociétés à l'espace (Ferrier 2000) 63
Figure II- 2 : Les agglomérations européennes (FNAU 2006) 66
Figure II- 3 : Métropolisation et densification des espaces bâtis (FNAU 2006) 67
Figure II- 4 : L'extension spatio-fonctionnelle des aires urbaines (FNAU 2006) 68
Figure II- 5 : Les emplois métropolitains supérieurs dans les aires urbaines françaises (FNAU 2006) 70
Figure II- 6 : Les réponses à l'appel à coopération métropolitaine (FNAU 2006) 71
Figure II- 7 : Les sièges sociaux parisiens dans la France des firmes (FNAU 2006) 73
Figure II- 8 : Schéma indicatif de l'organisation de l'espace métropolitain par les revenus 74
Figure II- 9 : L'espace métropolitain multinodal desservi par des réseaux multi-échelles 76
Figure II- 10 : Du réseau au territoire 88

Chapitre III

Figure III- 1 : Cohérence des régions comme espaces de la métropolisation (FNAU 2006) 102
Figure III- 2 : Les entités régionales comme contenants des déplacements domicile-travail (FNAU 2006) 103
Figure III- 3 : Les déplacements domicile-études et leur inscription régionale (FNAU 2006) 104
Figure III- 4 : Les relations sièges sociaux-établissements en France (FNAU 2006) 105
Figure III- 5 : Les changements de relations dans l'espace des firmes 106
Figure III- 6 : Les différentes échelles de vie des territoires (Bavoux, Beaucire, Chapelon et Zembri 2005) 109
Figure III- 7 : Situation du Nord-Pas-de-Calais (Source : atlas internet Nord-Pas-de-Calais) www.sigale.nordpasdecalais.fr/ 112
Figure III- 8 : Lille, sa région et son environnement Source : SRADT NPdC 2005 114
Figure III- 9 : : Lille, de la métropole à la région urbaine (Paris 2002) 115
Figure III- 10 : Schéma simplifié du semis urbain de l'Aire urbaine Lilloise 116
Figure III- 11 : Le fonctionnement de la région métropolitaine Nord-Pas-de-Calais (SRADT 2005) 119
Figure III- 12 : Les institutions territoriales dans l'espace métropolitain lillois (Richer 2007) 120
Figure III- 13 : Situation de la région PACA et voies de communication (Conseil Général PACA 2001) 126
Figure III- 14 : La Sud-Est français dans son environnement : la prégnance de l'arc méditerranén (DATAR 2002) 129
Figure III- 15 : Schema simplifié des semis urbains pour les espaces métropolitains Marseille-Aix et Côte d'Azur 131
Figure III- 16 : Les intercommunalités en PACA (SRADT PACA 2006) 134
Figure III- 17 : Les transports collectifs terrestres en PACA (Guide des transports région PACA 2006) 138

Chapitre IV

Figure IV- 1 : La ville à géométrie variable (Decoupigny 2006) 154
Figure IV- 2 : Besançon au rythme des heures (http://fig-st-die.education.fr/actes/actes_2005/banos/article.htm) 155

Figure IV- 3 : Le réseau, des opportunités activées par des décisions individuelles 159
Figure IV- 4 : Le prisme journalier (Chardonnel 2001) 163
Figure IV- 5 : Trajectoires individuelles différenciées dans le prisme journalier 164
Figure IV- 6 : Des trajectoires multi-échelles dans le temps d'une journée 170

Chapitre V

Figure V- 1 : Calcul de temps de trajet sur MapNod 180
Figure V- 2 : Comptage du nombre de missions pour une relation physique dans MapNod 181
Figure V- 3 : Les binômes fonctionnels Source : http://mapnod.free.fr 198
Figure V- 4 : Charger une image en fond de carte dans MapNod 199
Figure V- 5 : Digitalisation des extrémités du graphe dans MapNod 200
Figure V- 6 : Schéma simplifié du fonctionnement de MapNod (inspiré de Bozzani 2005) 201
Figure V- 7 : La structure du fichier nœuds dans MapNod (Bozzani 2005 + extrait fichier) 201
Figure V- 8 : La structure du fichier arcs dans MapNod (Bozzani 2005 + extrait de fichier) 202
Figure V- 9 : Un exemple de tableau horaire, extrait du fichier des arcs ferroviaires du Nord-Pas-de-Calais en 2007 203
Figure V- 10 : La production du fichier arcs pour MapNod à partir d'Excel 203
Figure V- 11 : L'interface web du site Die Bahn 205
Figure V- 12 : La procédure d'acquisition des données horaires pour modélisation dans un graphe horaire 206
Figure V- 13 : le graphe de transport collectif du Nord-Pas-de-Calais dans MapNod 208
Figure V- 14 : Des exemples d'arcs pédestres: les connexions Val 1/Val 2/Train en gare de Lille-Flandres dans MapNod 209
Figure V- 15 : Le graphe de transport collectif de la région PACA dans MapNod 210
Figure V- 16 : La superposition des modes TC dans la CUNCA 211
Figure V- 17 : Le principe des allers/retours avec 9 heures minimum à destination Source : (Baptiste et L'Hostis 2002) 213
Figure V- 18 : Les possibilités de *commuting* vers Lille selon les mesures d'accessibilité horaire (Baptiste et L'Hostis 2002) 214
Figure V- 19 : Les activités économiques dans la LMCU (Lille-Métropole 2002) 221
Figure V- 20 : Les pôles et les sites sélectionnés au sein du graphe NPdC 223
Figure V- 21 : Pôles et sites choisis dans le graphe PACA 225
Figure V- 22 : Les connecteurs pédestres à Euralille 226
Figure V- 23 : Un cas problématique: les doublons d'arrêts dans la base de données horaires 227
Figure V- 24 : Un exemple de faux doublon dans la base de données horaires 228
Figure V- 25 : Repérage des missions identiques dans MapNod 229
Figure V- 26 : La valuation en horaires pour les mesures d'accessibilité horaire dans MapNod 230
Figure V- 27 : Le calcul des chemins minimaux horaires sur MapNod 231
Figure V- 28 : Module de cartographie dans MapNod 232
Figure V- 29 : Carte générée par MapNod et enregistrable en WMF 232
Figure V- 30 : Structure et exemple du fichier noeudval sorti de MapNod 233

Chapitre VI

Figure VI- 1 : Des différences d'adhérence dans des chemins théoriques 239
Figure VI- 2 : Les opportunités de desserte par noeuds dans le Nord-Pas-de-Calais 254
Figure VI- 3 : Les opportunités de desserte par noeuds en PACA 254
Figure VI- 4 : Extrait du fichier de préparation au calcul d'O: liste des valeurs des nœuds 255
Figure VI- 5 : Détermination et extraction des chemins à partir de tous les noeuds dans MapNod 256
Figure VI- 6 : Fichier noeudval des chemins à partir de tous les nœuds du graphe dans MapNod 256
Figure VI- 7 : Extrait de la routine "Calcule O": la recherche des valeurs pour effectuer le calcul 257
Figure VI- 8 : Calcul d'O, extrait du fichier de résultats 258
Figure VI- 9 : Variations d'O par la distance entre les pôles choisis 261
Figure VI- 10 : Variations d'O en fonction de la durée de trajets entre les pôles choisis 262
Figure VI- 11 : Variations de DO en fonction de la vitesse de transport entre les pôles choisis 263
Figure VI- 12 : Variations d'O en fonction de la distance au centre régional (sites Euralille/Acropolis) 265
Figure VI- 13 : Variations d'O en fonction de la distance à une polarité secondaire 1(sites : Palais des festivals/Louvre-Lens) 267

Figure VI- 14 : Variations d'O en fonction de la distance à un pôle secondaire 2 (sites : Cap 3000/Ecole Supérieure des Beaux-Arts) 268
Figure VI- 15 : Variations d'O en fonction de la distance à un pôle périphérique (sites : Deux Caps/Château-Gombert) 268
Figure VI- 16 : Calcul des populations accessibles par pas de temps sur MapNod 285
Figure VI- 17 : Code couleur des cartes de population accessible, en nombre d'habitants 287
Figure VI- 18 : Cartes de population accessible 40 + 10 et 30 + 30 pour la série TEG 288
Figure VI- 19 : Cartes de population accessible 40 + 10 et 30+ 30 pour la série 1GC 290
Figure VI- 20 : Les espaces de la métropolisation en PACA selon les populations accessibles 296
Figure VI- 21 : Seuils temporels et modes associés dans les sous-ensembles métropolitains de la région PACA 299

Chapitre VII

Figure VII- 1 : Accessibilité horaire des pôles choisis du NPdC à Lille 309
Figure VII- 2 : La bonne accessibilité au centre de Lille à 9 heures 310
Figure VII- 3 : La richesse des chemins vers Lille à 9 heures 311
Figure VII- 4 : La bonne accessibilité au pôle secondaire d'Arras 312
Figure VII- 5 : Capillarité des chemins des pôles choisis vers Arras 313
Figure VII- 6 : Des chemins régionaux peu intéressants vers Arras 314
Figure VII- 7 : Accessibilité du centre du bassin minier à 18 heures 315
Figure VII- 8 : Des chemins riches vers Douai 316
Figure VII- 9 : Accessibilité à 18 heures au départ du Louvre-Lens 317
Figure VII- 10 : L'accès aux Beaux-Arts à 9 heures: la ligne Lille-Jeumont 318
Figure VII- 11 : Capillarité pour une arrivée à 9 heures à l'Ecole des Beaux-Arts 319
Figure VII- 12 :L'accessibilité des pôles choisis à Dunkerque à 9 heures 320
Figure VII- 13 : : L'accessibilité des sites sélectionnés : départ aprés 18 heures à Nausicaa 321
Figure VII- 14 : La capillarité à partir de Nausicaa: malgré la périphéricité, des chemins pauvres 322
Figure VII- 15 : L'isolement de Maubeuge : accessibilité à partir des autres pôles choisis 323
Figure VII- 16 : Densité d'opportunités de desserte des chemins arrivant avant 9 heures à Maubeuge 324
Figure VII- 17 : Accessibilité à partir de L'Union vers le reste de la région pour un départ après 18 heures 326
Figure VII- 18 : Carte de synthèse des accessibilités horaires entre pôles du Nord-Pas-de-Calais 328
Figure VII- 19 : La région Nord-Pas-de-Calais entre polarisation lilloise et coupures internes 329
Figure VII- 20 : L'accessibilité médiocre à Nice des pôles choisis de PACA 332
Figure VII- 21 : Accessibilité en PACA pour une arrivée à 9 heures à Acropolis 333
Figure VII- 22 : La forte capillarité des chemins vers Nice à partir des pôles choisis de PACA 334
Figure VII- 23 : L'accessibilité à Marseille des pôles choisis de PACA 335
Figure VII- 24 : L'accessibilité de Château-Gombert pour une arrivée à 9 heures: un quart de la région concernée? 336
Figure VII- 25 : La faiblesse des chemins régionaux vers Marseille 337
Figure VII- 26 : Accessibilité horaire pour une arrivée avant 9 heures à Antibes 338
Figure VII- 27 : Arrivée avant 9 heures à Sophia Antipolis : un équipement azuréen? 339
Figure VII- 28 : La richesse des chemins azuréens vers Sophia Antipolis 341
Figure VII- 29 : La richesse des chemins pour un départ à partir de 18 heures de Monaco 342
Figure VII- 30 : La situation de Toulon dans le réseau ferroviaire PACA : une accessibilité convenable 343
Figure VII- 31 : Une pauvreté des chemins vers Toulon 344
Figure VII- 32 : L'isolement régional d'Avignon-Ville 345
Figure VII- 33 : Les fortes opportunités de desserte dans les chemins régionaux vers Avignon 346
Figure VII- 34 : Accessibilité pour une arrivée à 9 heures à l'Arénas 349
Figure VII- 35 : Accessibilité pour une arrivée à 9 heures au Parc de l'Arénas dans la CUNCA 350
Figure VII- 36 : Capillarité des chemins vers le parc de l'Arénas avant 9 heures 351
Figure VII- 37 : Synthèse de la richesse des chemins entre les pôles choisis de PACA 353
Figure VII- 38 : La région PACA entre scissions et axe cohérent 354

Chapitre VIII

Figure VIII- 1 : Le réseau de ville de la Côte d'Opale (Réponse à l'appel à coopération métropolitaine région Flandre – Côte d'Opale – Flandre Occidentale Belge 2005) 360
Figure VIII- 2 : Simulation d'un service transversal: la mission "Trans Bassin Minier" 368

Figure VIII- 3 : Le nouveau graphique pour les relations ferroviaires Béthune - Valenciennes 370
Figure VIII- 4 : Le graphique simulé pour les relations ferroviaires Valenciennes – Béthune 371
Figure VIII- 5 : Simulation des réseaux et des connexions dans l'agglomération lilloise 374
Figure VIII- 6 : Simulation d'une nouvelle infrastructure de transport: le tram-train 375
Figure VIII- 7 : Variations de l'accessibilité pour une arrivée à 9 heures au Louvre-Lens 377
Figure VIII- 8 : Des gains de capillarité généralisés vers l'Ecole des Beaux-Arts 380
Figure VIII- 9 : Une accessibilité considérablement améliorée pour les quartiers sud de Lille 382
Figure VIII- 10 : Le chemin simulé de Béthune à Maubeuge à 9 heures: un gain de transversalité 389
Figure VIII- 11 : Simulation d'une infrastructure et d'un service à grande vitesse: la LGV PACA 396
Figure VIII- 12 : L'emboîtement d'échelles dans les relations ferroviaires simulées sur la Côte d'Azur 398
Figure VIII- 13 : Effets des simulations pour l'accessibilité à partir de 18 heures de Marignane 400
Figure VIII- 14 : Variations des accessibilités vers Monaco 401
Figure VIII- 15 : La dégradation de l'accessibilité vers Grasse 406
Figure VIII- 16 : L'effet mitigé des simulations sur la situation de Toulon 407

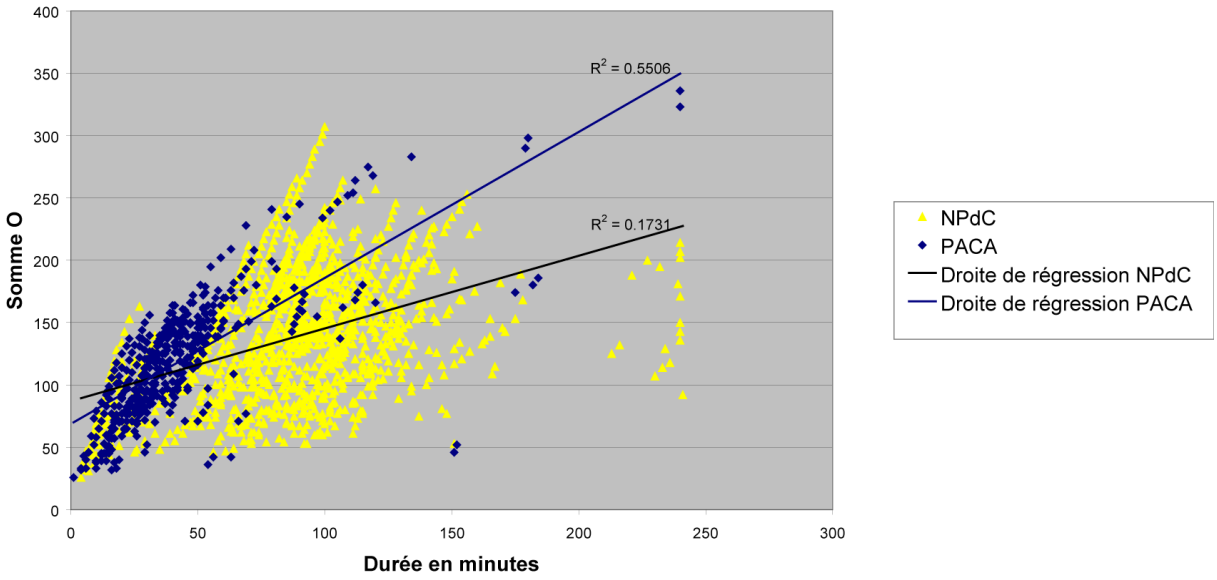
Chapitre IX

Figure IX- 1 : Territoire métropolitain et mixité : un réseau maillé 420
Figure IX- 2 : Territoire métropolitain et densité : un réseau stellaire 421
Figure IX- 3 : Territoire métropolitain polycentrique un réseau intermédiaire 422
Figure IX- 4 : Tension homogénéité - hiérarchie 422
Figure IX- 5 : Semis urbains et modèles morphologiques 423
Figure IX- 6 : Modèles confrontés aux morphologies métropolitaines 424
Figure IX- 7 : Un essai de représentation des relations transport/territoire 427
Figure IX- 8 : Une comparaison visuelle ? 446

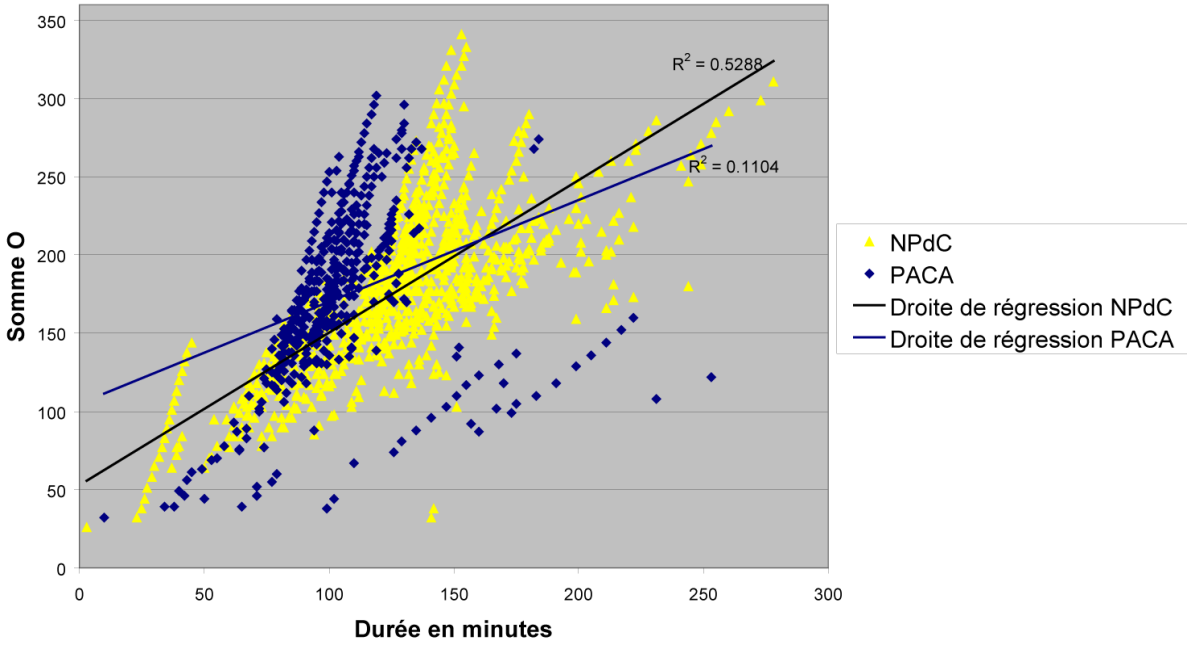
Table des tableaux

Tableau 1 : Le classement démographique des villes (inspiré d'Antier 2005) 64
Tableau 2 : Meilleur temps de parcours et nombre de trains directs entre les pôles choisis de PACA et NPdC 182
Tableau 3 : Meilleurs temps et nombre de trains directs entre les pôles choisis en PACA et NPdC en heures de pointe (7h-9h) 186
Tableau 4 : Accessibilités horaires (arrivée à 9 heures à destination) entre les pôles choisis de PACA et NPdC 217
Tableau 5 : Les sites sélectionnés dans les deux régions 227
Tableau 6 : Accessibilités horaires à 9 heures aux sites sélectionnés en PACA et en NPdC 234
Tableau 7 : Distribution des cumuls de gains de temps théoriques unipolaires selon les scénarios 242
Tableau 8 : Somme des gains par scénario 242
Tableau 9 : Coefficients de GINI selon les scénarios 243
Tableau 10 : Indices de Theil selon les scénarios 244
Tableau 11 : Indices de Hoover selon les scénarios 245
Tableau 12 : Les opportunités de desserte pour les chemins reliant les pôles choisis 271
Tableau 13 : Les densités d'opportunités de desserte pour les chemins entre les pôles choisis 273
Tableau 14 : Opportunités de desserte pour les chemins d'accès aux noeuds stratégiques 275
Tableau 15 : Densités d'opportunités de desserte pour les chemins d'accès aux noeuds stratégiques 277
Tableau 16 : Les populations accessibles par zone dans la région PACA, maximum (minimum) 294
Tableau 17 : Meilleure combinaison intermodale pour chaque pas de temps, chaque série et chaque zone 297
Tableau 18: Seuils de temps déduits et leur représentabilité 298
Tableau 19 : Gains et pertes d'accessibilité et de capillarité dus aux simulations sur les relations entre pôles choisis internes au NPdC 384
Tableau 20 : Gains et pertes d'accessibilité et de capillarité dus aux simulations sur les relations vers les sites sélectionnés à 9 heures 385
Tableau 21 : Gains et pertes d'accessibilité et de capillarité dus aux simulations sur les relations à partir des sites sélectionnés à 18 heures 386
Tableau 22 : Gains et pertes d'accessibilité et de capillarité dus aux simulations sur les relations entre pôles choisis de PACA 402
Tableau 23 Gains et pertes d'accessibilité et de capillarité dus aux simulations sur les accès aux sites sélectionnés de PACA avant 9 heures 403
Tableau 24 : Gains et pertes d'accessibilité et de capillarité dus aux simulations sur les relations à partir des sites sélectionnés de PACA après 18 heures 404
Tableau 25 : Comparaison de situations par le binôme accessibilité/capillarité 444
Tableau 26 : Une aide à la comparaison: la stan dardisation statistique 445

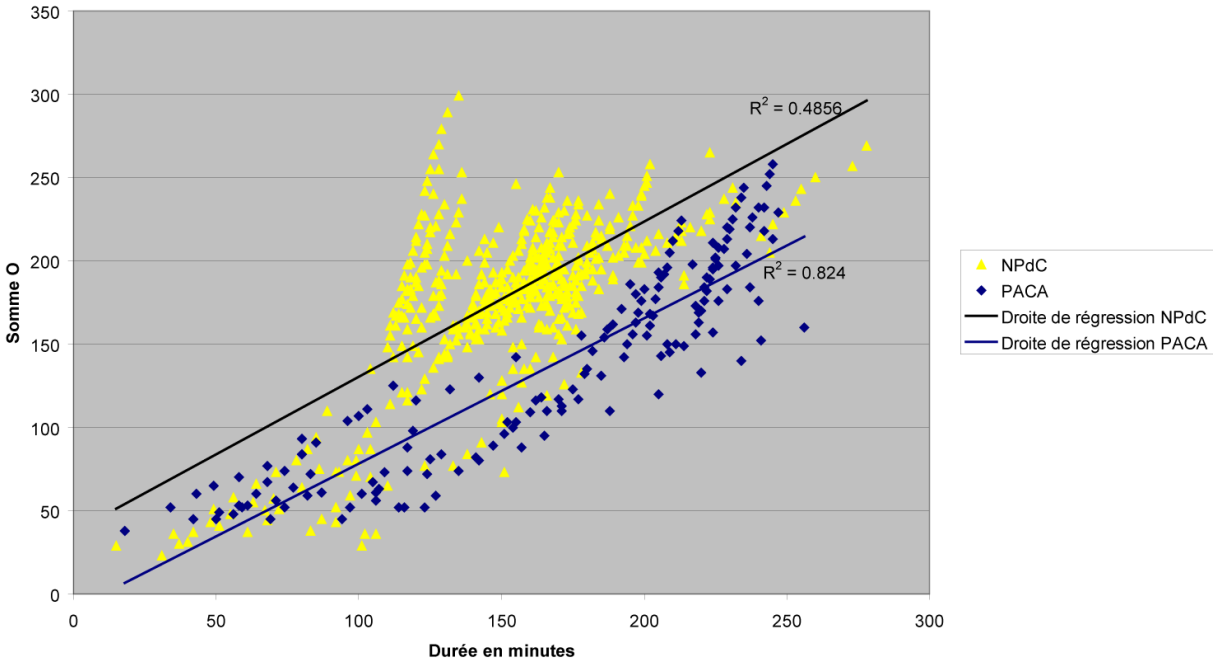
ANNEXES



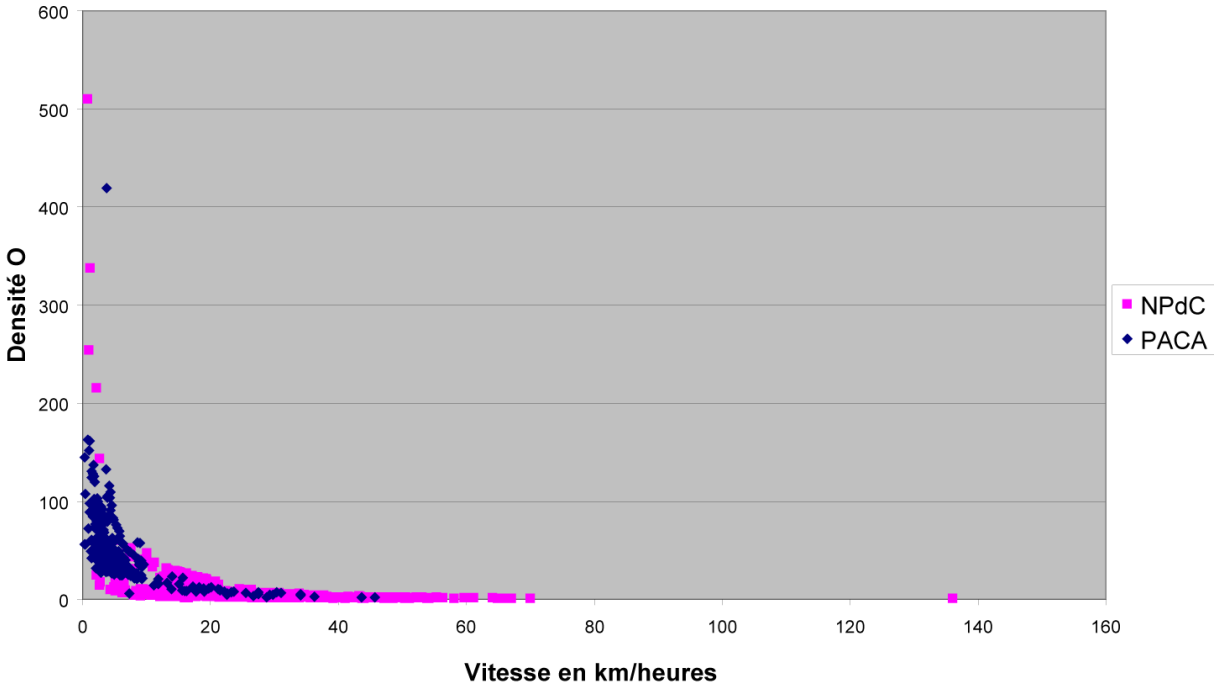
Annexe 1: Variations d'O en fonction de la durée pour les chemins vers le centre régional (Euralille et Acropolis)



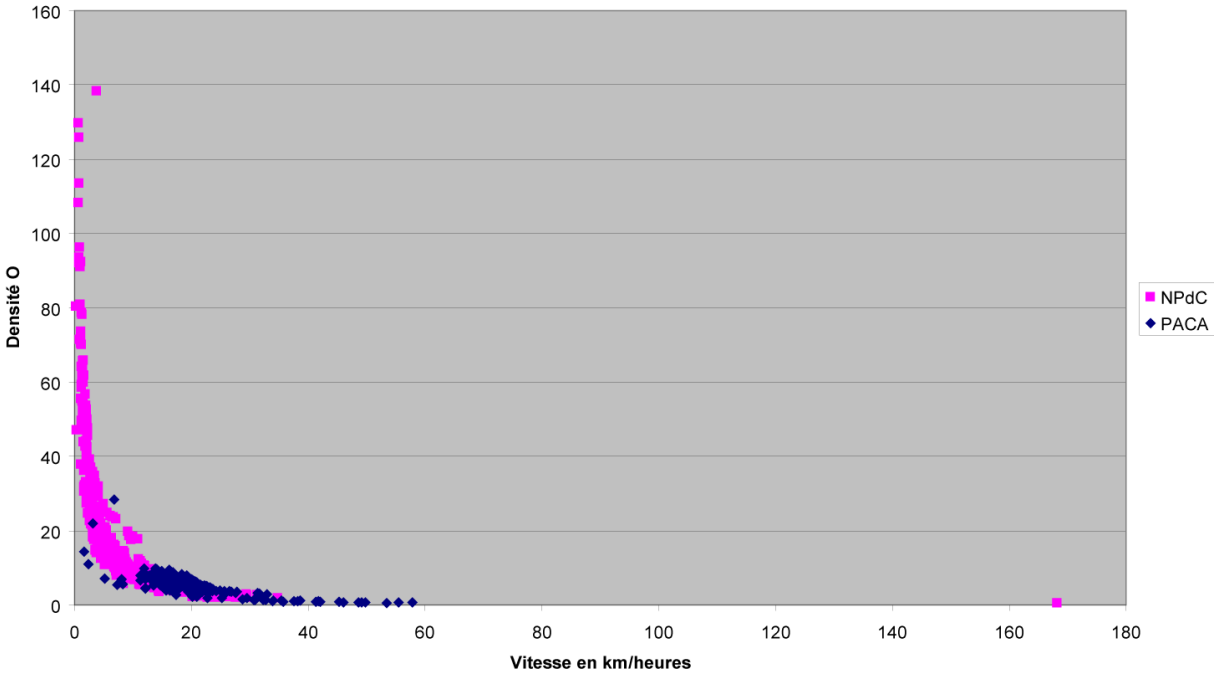
Annexe 2 : Variations d'O en fonction de la durée pour les chemins vers un centre secondaire (Louvre-Lens et Palais des Festivals)



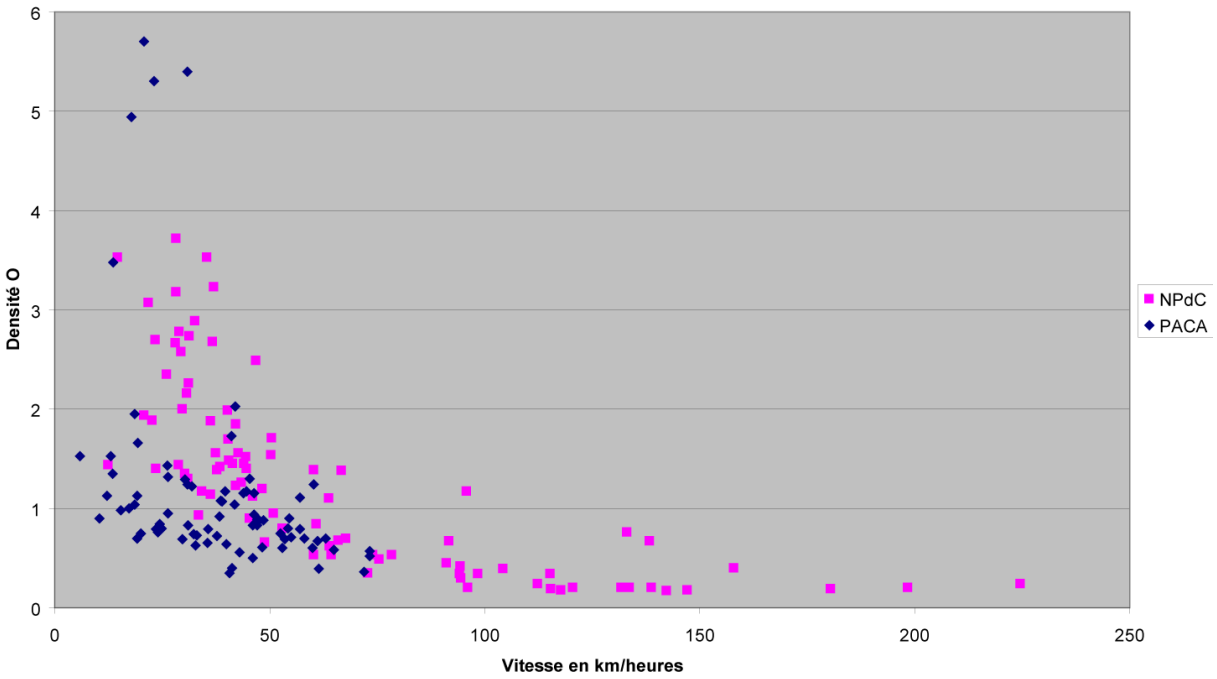
Annexe 3 : Variations d'O en fonction de la durée pour les chemins vers une périphérie (Deux Caps et Château-Gombert)



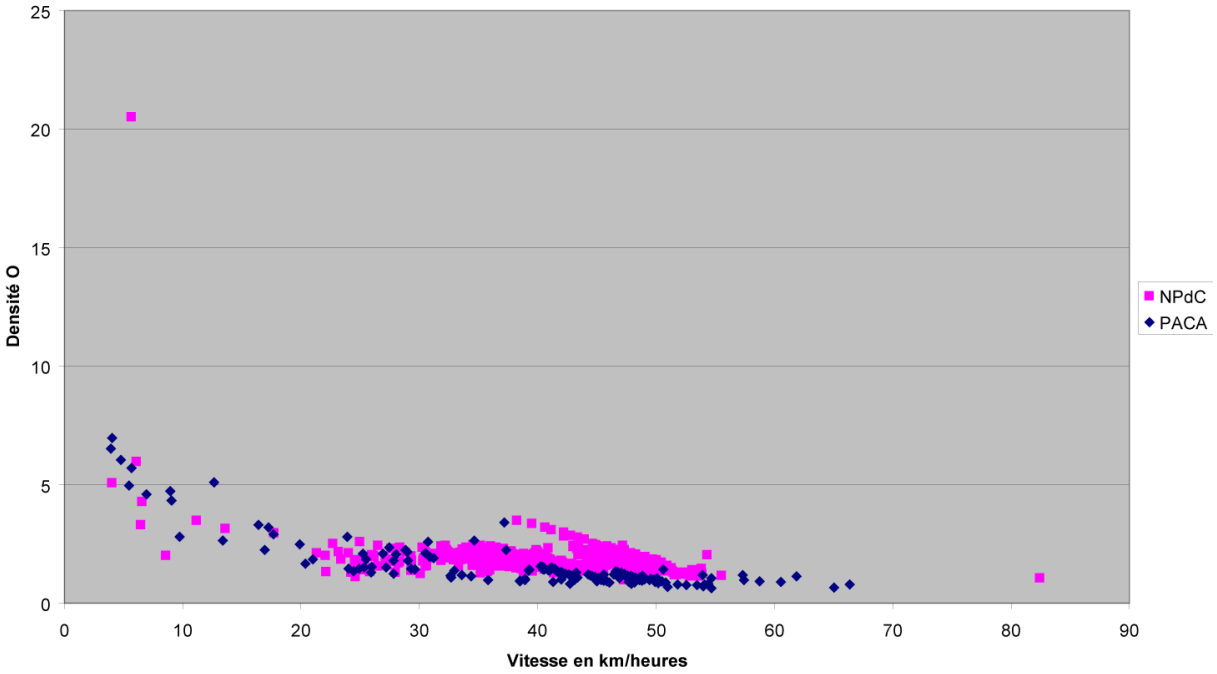
Annexe 4 : Variations de DO en fonction de la vitesse pour les chemins vers le centre régional (Euralille et Acropolis)



Annexe 5 : Variations de DO en fonction de la vitesse pour les chemins vers un centre secondaire (Louvre-Lens et Palais des Festivals)



Annexe 6 : Variations de DO en fonction de la vitesse pour les chemins vers un centre secondaire (Ecole des Beaux-Arts et Cap 3000)



Annexe 7 : Variations de DO en fonction de la vitesse pour les chemins vers une périphérie (Deux Caps et Château-Gombert)

Chemins les plus sous-estimés par l'équation

Chemin	distance en km	Somme O	O Calculé	Résidus (Y-Y')
Avignon-Turin	281.1188811	402	237.882476	164.1175238
Grasse-Turin	181.9277108	302	155.633158	146.3668422
Marseille-Turin	291.9354839	362	246.851603	115.1483969
Toulon-Turin	276.2295082	337	233.828208	103.1717918
Milan-Avignon	426.1682243	456	358.157392	97.84260841
Milan-Grasse	286.3247863	335	242.199213	92.80078718
Nice-Grasse	30.35087719	173	83.6019123	89.39808772
Antibes-Turin	182.5757576	241	156.170518	84.82948182
Avignon-Grasse	186.8217054	241	159.691258	81.30874186
Toulon-Grenoble	247.008547	289	209.598187	79.40181282

Chemins les mieux estimés par l'équation

Chemin	distance en km	Somme O	O Calculé	Résidus (Y-Y')
Grasse-Milan	286.9047619	241	242.680129	-1.680128571
Toulon-Avignon	138.2608696	159	157.077826	1.922173913
Turin-Avignon	279.5180723	232	236.555086	-4.555085542
Marseille-Grasse	143.3734494	119	123.664001	-4.664001205
Grasse-Marseille	142.1686747	118	122.664965	-4.66496506
Marseille-Toulon	53.20197044	108	99.1612217	8.838778325
Nice-Aix	161.25	129	138.4872	-9.4872
Avignon-Grenoble	168.3544304	133	144.378194	-11.37819367
Marseille-Grenoble	228.8888889	206	194.573367	11.42663333
Grasse-Avignon	188.0434783	173	160.704352	12.29564783

Chemins les plus surestimés par l'équation

Chemin	distance en km	Somme O	O Calculé	Résidus (Y-Y')
Grenoble-Toulon	248.7179487	97	211.015623	-114.015623
Grenoble-Marseille	227.7777778	82	193.652033	-111.6520333
Turin-Toulon	276	138	233.6379	-95.6371
Turin-Nice	165.7142857	58	142.188986	-84.1889857
Toulon-Milan	393.6507937	248	331.193938	-83.193938
Turin-Marseille	291.0714286	163	246.135129	-83.1351285
Turin-Antibes	182.5	73	156.1077	-83.1077
Antibes-Toulon	117.3076923	61	142.810808	-81.8108076
Marseille-Milan	420	273	353.0427	-80.0427
Nice-Toulon	136.8421053	78	156.111789	-78.1117894

Chemins les plus sous-estimés par l'équation

Chemin	distance en km	Somme O	O Calculé	Résidus (Y-Y')
Maubeuge-Bruxelles	74.59283388	229	113.703883	115.2961173
Dunkerque-Maubeuge	141.3793103	205	96.2994483	108.7005517
Maubeuge-Dunkerque	141.3793103	205	96.2994483	108.7005517
Londres-Cambrai	275	209	105.9335	103.0665
Maubeuge-Londres	313.4328358	210	108.704507	101.2954925
Londres-Maubeuge	313.4328358	210	108.704507	101.2954925
Maubeuge-Douai	63.46749226	205	106.131975	98.86802477
Bruxelles-Maubeuge	74.82014388	208	113.85859	94.14141007
Béthune-Maubeuge	98.67256637	223	130.092549	92.90745133
Cambrai-Bruxelles	114.0703518	227	140.572281	86.42771859

Chemins les mieux estimés par l'équation

Chemin	distance en km	Somme O	O Calculé	Résidus (Y-Y')
Lille-Béthune	33.33333333	86	85.6226667	0.377333333
Bruxelles-Cambrai	113.8211382	140	140.402667	-0.402666667
Maubeuge-Arras	84.50704225	120	120.451493	-0.451492958
Paris-Dunkerque	245.2380952	103	103.787667	-0.787666667
Paris-Bruxelles	274.3589744	107	105.887282	1.112717949
Béthune-Dunkerque	59.64912281	102	103.53193	-1.531929982
Paris-Londres	341.1764706	116	110.704824	5.295176471
Maubeuge-Béthune	98.41269841	124	129.915683	-5.91568254
Lille-Dunkerque	66.23376623	102	108.014701	-6.014701299
Arras-Dunkerque	87.83783784	130	122.718432	7.281567568

Chemins les plus surestimés par l'équation

Chemin	distance en km	Somme O	O Calculé	Résidus (Y-Y
Lille-Bruxelles	100	40	130.996	-90.99
Arras-Paris	166.6666667	30	98.1226667	-68.1226666
Paris-Arras	166.6666667	30	98.1226667	-68.1226666
Dunkerque-Lille	66.66666667	44	108.309333	-64.3093333
Lille-Paris	210.5263158	40	101.284947	-61.2849473
Paris-Lille	205	41	100.0865	-59.086
Douai-Arras	15.38461538	18	73.4067692	-55.4067692
Douai-Paris	183.3333333	44	99.3243333	-55.3243333
Paris-Douai	183.3333333	44	99.3243333	-55.3243333
Londres-Lille	245	49	103.7705	-54.770

Annexe 8 : Résidus remarquables (les plus faibles et les plus forts) pour la relation distance – O sur les chemins entre les pôles choisis de PACA et du Nord-Pas-de-Calais

Table des matières

RÉSUMÉ **3**

Remerciements 5

SOMMAIRE **7**

TABLE DES SIGLES ET DES ACRONYMES 9

INTRODUCTION GÉNÉRALE **13**

PREMIÈRE PARTIE : RÉSEAUX DE TRANSPORT ET TERRITOIRES MÉTROPOLITAINS : LA VOIE DE LA STRUCTURATION **21**

Chapitre I : Concevoir les réseaux de transport comme un outil d'aménagement du territoire **23**

I.1 Le parallèle réseau / territoire : concepts et logiques 24

I.1.1 Le transport et les relations espace/société 24

I.1.2 Un système morphofonctionnel 27

I.1.3 Territorialité et réseaux de transport 34

I.2 Les réseaux de transport, outils de l'aménagement 37

I.2.1 Un urbanisme des réseaux 37

I.2.2 Pratiques routinières et appropriation de l'espace 39

I.2.3 De l'appropriation à la structuration 44

I.3 Comment appréhender les performances « territoriales » des réseaux de transport ? 48

I.3.1 Se distinguer des analyses technico-économiques 48

I.3.2 Adopter une démarche modélisatrice 52

I.3.3 Intégrer des variables et des valeurs territoriales 54

Chapitre II : La métropolisation, bouleversement des interactions transport/territoire **61**

II.1 Un ensemble de processus récents 62

II.1.1 La métropolisation, une concentration quantitative et qualitative 62

II.1.2 Métropolisation et réseaux 72

II.2 L'accessibilité, conception et quantification au centre des relations transport/territoire 77

II.2.1 Un concept riche et opérant 77

II.2.2 L'accès comme déterminant métropolitain 79

II.2.3 Des mesures rétistiques qu'il faut territorialiser 82

II.3 L'objectif : prendre en compte l'inscription territoriale des réseaux de transport 86

II.3.1 Problématique de travail : la structuration du territoire par les transports dans une démarche d'aide à la décision 86

II.3.2 Du réseau au territoire 87

Chapitre III : Deux régions métropolitaines pour appliquer un raisonnement 99
III.1 La région métropolitaine comme échelle pertinente 100
III.1.1 Le système, entité spatiale cohérente 100
III.1.2 Le choix de la région comme territoire de la métropolisation 101
III.2 La région Nord-Pas-de-Calais : un exemple de service de transports collectifs régionaux 111
III.2.1 Une situation au cœur d'un espace de développement européen 112
III.2.2 De la métropole lilloise à la région métropolitaine 115
III.2.3 Le TER-GV, un modèle d'aménagement métropolitain ? 122
III.3 PACA : une région en demande de transport 126
III.3.1 Un désenclavement imparfait 126
III.3.2 Une région métropolitaine mais deux entités distinctes 130
III.3.3 Vers une appropriation régionale de la grande vitesse ? 136

DEUXIÈME PARTIE : MÉTHODES ET OUTILS 143
Chapitre IV : La structuration par l'espace-temps 145
IV.1 Les navetteurs comme indicateurs de fonctionnement territorial 146
IV.1.1 Fonctionnement = Fonctions + Déplacements 146
IV.1.2 L'importance des déplacements domicile-travail 150
IV.1.3 Des territoires redessinés par le commuting 153
IV.2 Un système spatiotemporel 157
IV.2.1 Le temps, variable discriminante des systèmes de transport 157
IV.2.2 La Time-Geography, formulation des systèmes spatiotemporels 161
IV.3 Les mécanismes d'appropriation, de l'individuation aux routines urbaines 167
IV.3.1 Un système spatio-temporel 167
IV.3.2 Pratiques des réseaux, habitudes et territorialisations 169
Chapitre V : Des mesures d'accessibilités pour établir un potentiel métropolitain 173
V.1 Première étape : établir des potentiels de fonctionnement territorial 174
V.1.1 Sélectionner des pôles de construction du territoire 174
V.1.2 Une approche classique éprouvée 177
V.1.3 Faiblesses de l'approche par l'offre 183
V.2 Le service de transport et la simulation de comportements de déplacement par l'accessibilité horaire 189
V.2.1 L'intérêt du graphe horaire 189
V.2.2 Théorie des graphes, indices et algorithmes 192
V.2.3 Procédés méthodologiques de simulation d'un service de transport 196
V.3 Deuxième étape : les indicateurs d'accessibilité horaire 212
V.3.1 Les contraintes sur heure d'arrivée et de départ 212
V.3.2 Une sélection de sites métropolitains 219
V.3.3 Performance des réseaux en termes d'accessibilité aux fonctions métropolitaines . 230
Chapitre VI : Nouvelles méthodes pour aller plus loin dans l'appréhension de l'inscription territoriale des réseaux 237
VI.1 Des indicateurs d'opportunités de desserte 238

VI.1.1 La desserte comme complément de l'accessibilité dans l'analyse des réseaux de transport 238
VI.1.2 Les nouveaux indicateurs 248
VI.2 Troisième étape : Analyse des potentiels territoriaux des chemins minimaux 260
VI.2.1 Comportement général des nouveaux indicateurs… 260
VI.2.2 …dans les chemins de fonctionnement territorial…. 269
V.2.3… et dans les chemins d'accès aux fonctions métropolitaines 274
VI.3 Des éléments plus habituels à intégrer 280
VI.3.1 Descriptif de modélisation 281
VI.3.2 Quatre séries de cartes pour rendre compte des conditions de déplacement en PACA 286
VI.3.3 Des lignes directrices dans l'analyse : vers une typologie de sous-ensembles 291

TROISIÈME PARTIE : LES CARACTÉRISTIQUES DES RESEAUX DE TRANSPORT COLLECTIF EN NORD-PAS-DE-CALAIS ET EN PACA : ANALYSE ET PROSPECTIVE 305
Chapitre VII : Interprétation des résultats : Tendances lourdes et cas remarquables……...307
VII.1 Le Nord-Pas-de-Calais : des bases pour structurer la métropolisation ... 308
VII. 1.1 Lille, une métropole relais de l'Europe du Nord-Ouest ? 308
VI.1.2 La difficulté des relations transversales 311
VII.1.3 Déséquilibres et potentiels locaux 319
VII. 2 La métropolisation en région PACA entre désenclavement et logiques concurrentielles 331
VII.2.1 Une desserte toujours déficiente en transports publics à Nice ? 331
VII.2.2 Persistance d'une césure Est/Ouest 338
VII.2.3 Périphéries et interstices 347
Chapitre VIII : Propositions d'Aménagement local 357
VIII. 1 Des réajustements dans le Nord-Pas-de-Calais 358
VIII.1.1 Suggérer la transversalité 358
VIII.1.2 Simulation d'un nouveau service de transport en environnement métropolitain . 364
VIII.1.3 Résultats 376
VIII.2 Des révolutions en PACA 392
VII.2.1 Améliorer la relation Nice - Marseille 392
VII.2.2 Nouvelle infrastructure, nouveaux services 394
VII.2.3 Résultats 399
Chapitre IX : Perspectives et réflexions, neutralité scientifique et positionnement de l'aménageur 411
IX.1 Propositions concrètes et influences théoriques 413
IX.I.1 Inégalités et hiérarchies au cœur des considérations 413
IX.1.2 Des principes d'organisation spatiale pour proposer des structurations territoriales de régions métropolitaines 417
IX.2 Le système réseau/territoire, cadre d'analyse 426
IX.2.1 Complexité des relations transport / territoire 426
IX.2.2 Modifier le réseau ou modifier le territoire ? 429
IX.2.3 Le polycentrisme, un optimum ? 432

IX.2.3 Le couple accessibilité/capillarité comme clé de lecture 435
IX.3 Un cheminement méthodologique à poursuivre 440
IX.3.1 Logique horaire et logique permanente, quelle compatibilité ? 440
IX.3.2 Les opportunités de desserte, vers des indicateurs plus efficaces ? 442
IX.3.4 Plus de territoire… 447

CONCLUSION GÉNÉRALE 453

BIBLIOGRAPHIE 465

GLOSSAIRE 480

Table des illustrations 481

Table des tableaux 485

ANNEXES 487

Table des matières 491