



HAL
open science

Geoprospective modelling of a crossborder system. The case of the high speed railway project (LGV PACA) in the French, Italian and Monaco region

Reine Maria Basse

► **To cite this version:**

Reine Maria Basse. Geoprospective modelling of a crossborder system. The case of the high speed railway project (LGV PACA) in the French, Italian and Monaco region. Géographie. Université Nice Sophia Antipolis, 2010. Français. NNT: . tel-00569939

HAL Id: tel-00569939

<https://theses.hal.science/tel-00569939>

Submitted on 25 Feb 2011

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Université de Nice-Sophia Antipolis, France
UFR Espaces et Cultures
Département de Géographie
Laboratoire UMR ESPACE 6012, CNRS

**LA LGV PACA DANS L'ÉVOLUTION DU SYSTÈME TERRITORIAL
TRANSFRONTALIER FRANCO-ITALO-MONEGASQUE.**

MODELISATION GEOPROSPECTIVE

THÈSE DE DOCTORAT

Pour obtenir le grade de
Docteur de l'Université de Nice-Sophia Antipolis-France

Discipline : **GÉOGRAPHIE et AMÉNAGEMENT**

Présentée par :

M^{elle} Reine Maria Basse

Sous la direction de
Mme Christine VOIRON-CANICIO
Professeur des universités

Composition du jury :

M. José Ignacio BARREDO, European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Ispra, Italie
M. Laurent CHAPELON, Professeur de Géographie et Aménagement, Université de Montpellier, France
M. Alexandre MOINE, Professeur de Géographie, Université de Franche-Comté et de Bourgogne, France
Mme Christine VOIRON-CANICIO, Professeur de Géographie, Université de Nice Sophia Antipolis, France
M. Roger WHITE, Professeur de Géographie, Memorial University of Newfoundland, St. John's, Canada

Force est de constater que l'homme d'aujourd'hui est un Thésée perdu dans un labyrinthe, sans fil d'Ariane lui permettant de retrouver sa route. On lui fait croire que la sortie est au bout d'un chemin, mais celui-ci ne mène nulle part. Perdu dans la complexité réelle du monde, conscient de l'ineptie de ses modèles formels, il arrive alors qu'il renoue avec d'antiques croyances et verse dans l'obscurantisme. (Berthoz, (La Simplexité), 2009)

Résumé

L'objet de cette recherche porte sur une ligne à grande vitesse appelée à desservir la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur à l'horizon 2020. La LGV PACA est une infrastructure programmée mais qui n'en est qu'au stade de projet non encore réalisé, c'est pourquoi notre objectif est de proposer des scénarios visant à mesurer les incidences sur l'évolution du territoire transfrontalier franco-italo-monégasque, à partir de la démarche de géoprospective territoriale.

Cette approche méthodologique repose ici sur une modélisation spatiale basée sur un modèle d'automate cellulaire contraint du nom de MOLAND. L'application de MOLAND a permis de procéder à une modélisation intégrant transport et usage des sols, ce qui a pour avantage de faciliter la compréhension de l'évolution actuelle et possible du comportement de l'occupation des sols au sein des espaces limitrophes de la frontière.

Trois grandes parties sont proposées dans cette thèse. Il est suggéré dans la première partie un cadrage méthodologique portant sur l'interdépendance existante et pouvant exister entre le système territorial et le sous-système des transports. Dans la deuxième partie, nous abordons la problématique de la modélisation et de la simulation spatiale en insistant sur la difficulté du paramétrage des modèles dynamiques et spatialement explicites et notamment sur le paramétrage des modèles basés sur les automates cellulaires contraints. Dans la troisième et dernière partie de cette thèse, c'est la difficulté de l'exercice géoprospectif encore méconnu qui est mise en avant. À partir de différents scénarios géoprospectifs, cette thèse fournit des éléments de connaissance quant à l'avenir possible d'un espace transfrontalier qui s'apprête à accueillir la grande vitesse ferroviaire. Elle apporte des réponses concrètes aux questions liées à la croissance urbaine et à l'accessibilité des territoires jusque-là isolés des grands couloirs européens de communication.

Les résultats de cette recherche sont plus que jamais d'actualité car, dans le cadre de l'aide à la connaissance du territoire et de l'aide à la décision, ils permettent de se pencher sur un volet ignoré jusqu'à présent par les études menées par le maître d'ouvrage RFF (Réseau Ferré de France) : la prise en compte simultanée de l'infrastructure de transport et de l'occupation des sols pour l'appréhension et la compréhension des dynamiques d'un territoire en devenir. La prise en compte de l'occupation des sols dans la modélisation géoprospective par automates cellulaires permet au géographe de poser les bonnes questions à partir d'une entrée territoriale.

RFF a récemment lancé de nouvelles études sur l'opportunité qu'offre l'infrastructure grande vitesse ferroviaire pour améliorer la desserte de la Région PACA. En permettant de mesurer les impacts nationaux de cette infrastructure sur ce territoire transfrontalier, les simulations réalisées constituent une aide à la décision utile et indispensable.

Mots clés : Géoprospective Territoriale, Modélisation Intégrée Transport et Usage des Sols, Espace Transfrontalier, Simulation Spatiale et Systèmes Complexes, Automates Cellulaires Contraints, MOLAND-Model, LGV PACA.

Summary

This research concerns the impact of LGV-PACA project, a high speed railway infrastructure which is going to serve the Provence Alpes-Côte d'Azur Region on the horizon 2020. Using a geopropective approach, this study focuses on the impacts of this project on the evolution of the French-Italian and Monegasque cross-border territory.

The geopropective approach relies on spatial modeling based on a constrained cellular automata MOLAND system (developed by the Joint Research Centre of the European Commission). The use of MOLAND allowed the modeling/simulation/prediction of transportation and land-use, which facilitated the understanding of possible land-use evolution of spaces surrounding the borders.

Three chapters are presented in the thesis. In the first chapter we show a methodological framework on potential and existing interdependence between the territorial system and the transportation subsystem. In the second chapter, we approach the question of modeling and spatial simulation while insisting on the difficulties of parameter settings in dynamic and spatially explicit models, and in particular which are in a constrained cellular automata. In the third and last chapter of this thesis, we present the hidden/not well-known/trappy difficulties of a geopropective approach. From various geopropective scenarios, this thesis provides several elements of knowledge about the future of a cross-border space which will host high speed trains.

It brings concrete answers to questions related to urban growth and accessibility of territories so far isolated from the large European communication corridors.

The results of this research are more than ever of interest because, within the framework of knowledge and decision making support of this territory, it focuses on an aspect ignored in studies undertaken by the project owner RFF (Réseau Ferré de France) so far: the simultaneous consideration of transportation infrastructure and land-use for understanding the dynamic of a territory in becoming. Including also land-use characteristics in geopropective modeling with cellular automata helps the geographer to ask the right questions.

RF recently launched new studies on opportunities of providing PACA Region with a high speed railway infrastructure. By making available the estimation of national impacts of this infrastructure on the cross-border territory, carried out simulations that are useful support in decision-making.

Key words: Territorial Geopropective, Integrated Modeling Transport and Land Use, Cross-border Spaces, Spatial Simulation and Complex Systems, Constrained Cellular Automata, MOLAND-Model, LGV PACA.

Sommario

Questa ricerca si concentra sullo studio di una linea ad alta velocità destinata a servire la Regione Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA) nel 2020. Si tratta del progetto LGV PACA, un'infrastruttura programmata per servire la Regione PACA, ma non ancora realizzata e di cui si cerca di misurare l'incidenza sull'evoluzione del territorio transfrontaliero franco-italo-monegasco, secondo un approccio geoprospettico.

L'approccio geoprospettico si basa qui su di una modellizzazione spaziale costruita a partire da un modello ad automi cellulari vincolato, dal nome MOLAND.

L'applicazione MOLAND ha permesso di procedere ad una modellizzazione che integra il trasporto e l'uso dei suoli, avendo come vantaggio di facilitare la comprensione dell'evoluzione attuale e possibile del comportamento dell'occupazione dei suoli in seno a spazi che lambiscono la frontiera.

Tre grandi parti sono proposte in questa tesi. Si presenta nella prima parte un quadro metodologico centrato sull'interdipendenza reale e potenziale tra il sistema territoriale e il sottosistema dei trasporti. Nella seconda parte, si affronta la problematica della modellizzazione e della simulazione spaziale, insistendo sulla difficoltà della parametrizzazione dei modelli dinamici e spazialmente espliciti, e soprattutto su quella dei modelli basati su automi cellulari vincolati. Nella terza e ultima parte di questa tesi, si evidenzia la difficoltà della geoprospettiva ancora poco conosciuta. A partire da scenari differenti, questa tesi fornisce degli elementi di conoscenza sul possibile avvenire di uno spazio transfrontaliero che si prepara ad accogliere l'alta velocità ferroviaria.

La ricerca apporta delle risposte concrete alle questioni legate alla crescita urbana e all'accessibilità di territori fino ad ora isolati dai grandi corridoi europei di comunicazione.

I risultati delle analisi sono più che mai attuali, poichè, nel quadro del supporto alla conoscenza del territorio e del supporto alla decisione, propongono di affrontare una componente fino ad oggi ignorata dagli studi condotti dall'operatore RFF (Réseau Ferré de France): la presa in conto simultanea dell'infrastruttura di trasporto e dell'occupazione del suolo per l'apprendimento e la comprensione delle dinamiche di un territorio in divenire. La presa in conto dell'occupazione del suolo nella modellizzazione geoprospettica, attraverso gli automi cellulari, permette al geografo di porsi domande pertinenti a partire da un input territoriale.

RFF ha recentemente intrapreso nuovi studi sull'opportunità di servire la Regione PACA con una infrastruttura ad alta velocità ferroviaria. Permettendo di misurare gli impatti nazionali della infrastruttura su questo territorio transfrontaliero, le simulazioni realizzate costituiscono un utile contributo al supporto alle decisioni.

Parole chiave: Geoprospettiva, Modellizzazione Integrata Trasporti e Uso dei suoli, Spazio Transfrontaliero, Simulazione Spaziale e Sistemi Complessi, Automi cellulari vincolati, MOLAND MODEL, LGV PACA

REMERCIEMENTS

Mes remerciements les plus chaleureux s'adressent en premier lieu à Madame Christine Voiron-Canicio, ma directrice de thèse qui m'a accordé sa confiance pour conduire mes recherches. Je lui suis particulièrement reconnaissante d'avoir accepté de m'encadrer. Venant d'un autre pays, son aide, son accueil, son ouverture d'esprit et son soutien m'ont été infiniment précieux, et ont facilité mon intégration au sein du laboratoire d'accueil ESPACE. Qu'elle soit assurée de ma profonde gratitude et de mon très grand respect.

En second lieu, mes vifs remerciements vont à Monsieur José Ignacio Barredo sans qui l'utilisation du modèle MOLAND n'aurait pas été possible. Je lui sais gré d'avoir accepté d'encadrer mon stage lors de mon séjour au centre de recherche européen d'Ispra en Italie.

Je témoigne également de ma profonde gratitude à Messieurs Laurent Chapelon, Alexandre Moine, Roger White et José Ignacio Barredo déjà cité pour le très grand honneur qu'ils me font de les avoir dans mon jury de thèse. C'est pour moi une grande joie de pouvoir débattre avec eux.

Je tiens également à remercier la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur qui a su faire confiance en mon projet et a accepté de le financer. Sans son soutien, je n'aurais probablement pas pu mener à terme ces recherches.

Pour leurs marques de confiance et leur soutien constant, mes remerciements vont tout droit aux anciens collègues et amis : Anna Trintini, Samuel Robert, Annie Vahramian, Olivier Leonard, Katalin Bodis.

Pour les articles en commun, je tiens aussi à remercier Madame Karine Emsellem, pour tout l'intérêt qu'elle a accordé à mon sujet de thèse. Ces travaux ont contribué à l'enrichissement du volet transfrontalier de cette recherche.

Pour l'acquisition de données, et les travaux en cours, je tiens à remercier Madame Katalin Bódis. Son aide a été indispensable dans la collecte de certaines données/inputs majeurs du modèle MOLAND.

Pour l'acquisition des dernières données, je tiens à remercier Monsieur Pierre Alain Mannoni, ingénieur au laboratoire ESPACE de Nice. Sa contribution a permis de formaliser certaines idées qui étaient encore au stade de l'ébauche.

Une mention spéciale pour Monsieur Olivier Léonard pour sa grande disponibilité pour la mise en page.

Pour leur confiance renouvelée à mon égard, je porte une attention toute particulière encore une fois à Madame Christine Voiron-Canicio, Directrice du Master SDS, ainsi qu'à Monsieur Giovanni Fusco, Directeur du Master IMST. Tous deux m'offrent une nouvelle perspective d'échange avec les étudiants de Master 2 et notamment la possibilité de communiquer le fruit de mes recherches.

Un grand merci à Madame Véronique Gibello pour sa gentillesse et son dévouement auprès des doctorants, sans oublier Monsieur Gilles Maignant qui se distingue par sa grande disponibilité pour les impressions de thèses.

Un grand merci à tous les autres membres du laboratoire ESPACE et à tous les doctorants avec qui j'ai eu l'opportunité d'échanger et de partager de bons moments pendant les séminaires de recherche et les colloques : Pascale, Marie, Jérôme. Une pensée pour Pascale qui termine sa thèse en même temps que moi. Je lui souhaite beaucoup de succès dans sa vie professionnelle. Tous mes encouragements vont aux doctorants en début comme en fin de thèse.

Et pour finir... une pensée spéciale pour ma famille et tous mes amis.

LISTES DES SIGLES

ADAAM : (l'Agence de Déplacements et d'Aménagement des Alpes-Maritimes).
AGAM : (AGence d'urbanisme de l'Agglomération Marseillaise).
ALCOTRA : (Alpes Latines Coopération Transfrontalière).
ARCOMED : (Un projet qui vise à promouvoir efficacement la structuration de l'Arc méditerranéen Barcelone - Gênes grâce à un réseau ferroviaire performant et attractif).
CANCA : (Communauté d'Agglomération de Nice Côte-d'Azur).
CARF (Communauté d'Agglomération de la Riviera Française.).
CASA (Communauté d'Agglomération de Sophia Antipolis.).
CEMT (Conférence Européenne des Ministres de Transport).
CERFI (Centre d'Études, de Recherches et de Formation Institutionnelles).
CERTU (Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques).
CETE (Centre d'Études Techniques de l'Équipement (CETE) Méditerranée).
CG (Conseil Général).
CLC (CORINE LAND COVER).
CHU : Centre Hospitalier Universitaire
CNDP : (Commission Nationale du Débat Public)
CNRS : (Centre National de la Recherche Scientifique).
COPIT : (Conférence Permanente Intercommunale Tranfrontalière).
COTER : (Comité territorial).
CPA : (Communauté d'Agglomération des Pays d'Aix).
CPER : (Contrat de Plan Etat Région).
CRDT : (Centre de Recherche sur le Développement Territorial).
CRIGE : (Centre Régional de l'Information Géographique).
CRT-Riviera : (Comité Régional du Tourisme Riviera Côte d'Azur).
DATAR : (Délégation à l'Aménagement du Territoire et à l'Action Régionale).
DEM : (Digital Elevatin Model).
DIACT : (Délégation Interministérielle à l'Aménagement du Territoire et à l'Attractivité Régionale).
DTA : (Directive Territoriale d'Aménagement).
EEA/AEE : (European Agency of Environment/Agence Européenne pour l'Environnement).
ESPON : (European Spatial Planning Observation Network).
EUROSTAT : (Office statistique des communautés européennes).
FIAP : (Federazione Italiana degli Agenti Immobiliari Professionali).
GECT (Groupement Européen de coopération Transfrontalière).
GEIE-EUROGIN : (Groupement Européen d'Intérêt Economique, créé dans le cadre de la Région Economique Européenne des Alpes de la Mer).
GIS : (Geographic Information System).
GLCT : (Groupements Locaux de Coopération Transfrontalière).
INSEE : (Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques).
INSEE : (Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (France)).
INTERREG : (Programme Européen pour l'Intégration des Régions).
ISTAT (Intituto Nazionale di Statistica).
L.G.D.J. : (Librairie Générale de Droit et de Jurisprudence).
LGV PACA : (Ligne à Grande Vitesse Provence Alpes-Côte d'Azur)
l'INRETS : (Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité).
LET : (Laboratoire d'Economie des Transports).
LOTI : (Loi d'Orientation des Transports Intérieurs).
LU : (Land Use).
MCK : (Map Comparison Kit).
MEDOCC : (Mediterranée Occidentale).
MNE : (Modèle Numérique d'Elevation).
MNT : (Modèle Numérique de Terrain).
MOLAND-Model : (MOdeling LANd Use Dynamics).
MOT : (Mission Opérationelle Transfrontalière).
NIMBY : (Not In My Back Yard).
NUTS : (Nomenclature of Territorial Units for Statistics).
ORATE : (Observatoire en réseau de l'aménagement du territoire européen), traduction)
LGV PACA : (Ligne à Grande Vitesse Provence-Alpes-Côte d'Azur).
PLU : (Plan Local d'Urbanisme).

PNAM : (Parco naturale Alpi Marittime).

PNM : (Parc national français du Mercantour).

POS : (Plan d'Occupation des Sols).

RAMOGE (*L'Accord RAMOGE signé en 1976 est l'instrument dont se sont dotés les gouvernements Français, Monégasque et Italien pour faire en sorte que les zones maritimes de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, de la Principauté de Monaco et de la Région Ligurie constituent une zone pilote de prévention et de lutte contre la pollution du milieu marin.*).

RER : (Réseau Express Régional).

RFF : (Réseau Ferré de France).

SCOT : (Schéma de COhérence Territoriale).

SDEC (Schéma de Développement de l'Espace Européen).

SIG (Système d'Information Géographique).

SITAR (Servizi Informativi Territoriali e Ambientali Regionali).

SNCF (Société Nationale des Chemins de Fer).

SRU (Solidarité et Renouvellement Urbain).

TER (Trains Express Régionaux).

ZNIEFF (Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique).

ZPPAUP (Zone de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager).

SOMMAIRE

Introduction générale	14
PARTIE I : Interdépendance entre territoire et infrastructures de transport : cadrage méthodologique .	21
Introduction	22
Chapitre 1. Structurer les territoires par les réseaux de transport : la mise en évidence de liens étroits et indissociables	25
1.1. Réseaux de transport et territoire : la complexité des rapports entre deux systèmes	25
1.1.1. La dimension spatiale des réseaux de transport.....	25
1.1.2. La dimension temporelle des réseaux de transport : la transformation de la « mesure » du temps	26
1.1.3. Les « nœuds de réseaux » comme éléments d’articulations des échelles spatiales et temporelles	26
1.2. Réflexion sur le rôle des réseaux physiques dans la structuration des territoires	27
1.2.1. Analyse de la cohésion territoriale vue par l’Europe	27
1.2.1.1. La cohésion territoriale : un concept récent dans la politique régionale européenne.....	27
1.2.1.2. Quelle définition pour le concept de cohésion territoriale ?.....	30
1.2.1.3. La dimension spatiale et temporelle du concept de cohésion territoriale.....	31
1.2.2. L’« effet structurant » des transports sur le territoire : un concept, au banc des accusés	34
1.2.3. L’« effet déstructurant » des politiques de transports : une réalité visible dont on parle peu	39
1.3. De la nécessité d’intégrer toutes les dimensions du territoire dans la relation territoire-réseaux.	42
1.3.1. Nécessité d’interactions et /ou de coopérations entre acteurs du territoire.....	42
1.3.2. L’accessibilité des territoires ou « l’accompagnement par les réseaux physiques du développement économique et social »	43
1.3.3. L’intermodalité : Système d’interconnexion entre types d’infrastructure de transport	44
1.3.3.1. Le rapprochement physique des modes de transport	44
1.3.3.2. Complémentarité entre les modes de transport : l’intermodalité air/fer, une question actuelle	45
1.3.3.3. La localisation stratégique des infrastructures de transport dans le système urbain	46
1.3.4. La mobilité un phénomène bien évolutif !.....	47
1.3.4.1. La mobilité, « une définition qui s’est enrichie au cours du temps ».....	48
1.3.4.2. Indicateurs pour l’interprétation des évolutions de la mobilité	49
1.3.4.4. À l’heure « écologique », la question très actuelle de la mobilité durable chez les scientifiques	54
Chapitre 2. L’espace transfrontalier franco-italo-monégasque : proposition d’une méthode de diagnostic spatial territorial	57
2.1. La démarche de diagnostic spatial transfrontalier	57
2.1.1. Saisir les enjeux d’un espace.....	57
2.1.2. Les incidences d’une frontière dans un diagnostic territorial	58
2.1.2.1. Frontalier et transfrontalier : les éléments de différenciation.....	58
2.1.2.2. Effets de frontières et diagnostic territorial.....	59
2.1.2.3. Le territoire transfrontalier et la LGV : deux interfaces.....	61
2.1.3. Diagnostic territorial transfrontalier et projet de territoire : l’exemple d’une infrastructure de transport.....	62
2.2. La démarche du diagnostic spatial transfrontalier appliquée au cas franco-italo-monégasque.....	63
2.2.1. Difficultés méthodologiques	63
2.2.2. Le territoire fonctionnel de l’aire d’étude	64
2.2.2.1. Le rôle de l’histoire dans la fondation du territoire transfrontalier	64
2.2.2.2. Le rôle de la géographie et des réseaux physiques dans la symbiose transfrontalière	66
2.2.2.3. Appréhender le fonctionnement de l’aire d’étude : une démarche complexe.....	67
2.2.2.4. Des territoires traversés par des enjeux communs.....	77
2.2.3. Le territoire institutionnel de l’espace transfrontalier-franco-italo-monégasque	82
2.2.3.1. Des instruments juridique et politique limités.....	82
2.2.3.2. L’incidence de l’insuffisance des instruments juridiques sur la coopération transfrontalière	83

2.2.4. Les aménagements à venir : la place du projet LGV PACA dans l'espace transfrontalier franco-italo-monégasque	89
---	----

Chapitre 3. Représentations de la LGV PACA et estimation de « l'impact TGV » sur les territoires desservis	92
3.1. Les représentations de la LGV PACA.....	92
3.1.1. Jeux d'acteurs et analyse des visions des uns et des autres du projet LGV PACA	93
3.1.2. Une absence totale de vision multiniveau du projet LGV PACA	96
3.1.3. En 2010, une incertitude en moins : le tracé de la LGV PACA.....	99
3.1.4. Écologie et Grenelle de l'Environnement : des rhétoriques qui donnent une nouvelle dimension au projet LGV PACA	100
3.2. La difficile estimation de « l'Impact du TGV » sur les territoires desservis.....	101
3.2.1. Entre représentations théoriques peu renouvelées et mises en garde ignorées	101
3.2.2. Les raisons de la difficile estimation des transformations spatiales.....	103
3.2.3. Des certitudes et des affirmations qui reposent rarement sur des faits.....	105
3.2.4. Dans les analyses des impacts du TGV sur les territoires, une très faible considération des relations entre TGV et l'occupation des sols	111
3.3. Des tentatives pour renouveler les représentations théoriques	113
Conclusion de la Première partie.....	117

PARTIE 2 : Modélisation et simulation : Vers l'acquisition de nouvelles connaissances pour l'appréhension des futurs possibles	119
Introduction	120

Chapitre 1 : Le territoire, un système complexe : fondements théoriques et approches méthodologiques	122
1.1. Territoire, Anthroposystème et Système Spatial.....	122
1.2. Les dimensions de la complexité	126
1.2.1. La dimension spatiale de la complexité : ou la nécessité d'une démarche multi-scalaire	128
1.2.2. La dimension temporelle de la complexité.....	131
1.2.3. La dimension anthropique de la complexité : le jeu des acteurs au cœur de la complexité du système	135
1.2.4. De la complexité à la simplicité : proposition d'une brève introduction de la pensée simplexe	135
1.3. Le parti retenu : appréhender l'évolution du système transfrontalier par la modélisation spatiale.....	137
1.3.1. Interactions prépondérantes des échelles spatio-temporelles et des différents sous-systèmes	137
1.3.2. Facteurs de changements, interactions spatiales et effets de voisinage.....	138
1.3.3. Dynamiques temporelles et définition des trajectoires de changement.....	139
1.3.4. Niveaux d'intégration et de validation des modèles : modélisation et simulation spatiale.....	139

Chapitre 2. La modélisation des systèmes complexes : intérêts des automates cellulaires	141
2.1. Modèles dynamiques et simulations des systèmes complexes	141
2.1.1. Les réseaux neuronaux.....	141
2.1.2. Les modèles mathématiques et statistiques	141
2.1.3. Notre choix, les modèles basés sur les Automates Cellulaires	142
2.2 Philosophie et structure des modèles basés sur les automates cellulaires.....	143
2.2.1. Historique des automates cellulaires : caractéristiques élémentaires et définitions	143
2.2.2. Les Automates Cellulaires « inclassifiables »	147
2.2.3. Automates cellulaires et modèles basés sur les automates cellulaires.....	150
2.3. Pourquoi avoir choisi les modèles basés sur les automates cellulaires ?	151
2.3.1. Simulation spatiale	151
2.3.2. Effets de voisinage.....	152
2.3.3. Le principe de transition	153
2.3.4. Taille des cellules et approche multiscalaire	154
2.4. Pourquoi le choix de Urban Growth Moland Model ?	156
2.4.1. Qu'est-ce que Moland-Model ?.....	156
2.4.2. Les objectifs de Moland.....	157
2.4.3. Les caractéristiques de Moland	157
2.4.3.1. Moland : un model d'automate cellulaire contraint, à niveaux multiples	157

2.4.3.2. Moland : un espace cellulaire à dimension variable	159
2.4.3.3. Moland : un voisinage cellulaire de forme circulaire concentrique.....	159
2.4.3.4. Moland : des cellules aux états multiples basées sur la classification de CORINE.....	160

Chapitre 3. Modélisation et Calibration : Ajustement du Urban Growth Moland Model à l'espace transfrontalier franco-italo-monégasque.....	163
3.1. Détermination de l'aire de la modélisation	163
3.2. La construction du modèle.....	164
3.2.1. Des contraintes d'ordre méthodologique et/ou technique	164
3.2.2. Les inputs du modèle	166
3.2.3. Calibration générale du modèle	168
3.2.3.1. Ajustement de l'espace cellulaire.....	168
3.2.3.2. Ajustement du facteur Suitability.....	171
3.2.3.3. Ajustement des infrastructures de transport et détermination de l'accessibilité des lieux... 171	
3.2.3.3. Ajustement du paramètre de perturbation aléatoire α	173
3.3. Validation du modèle : « Fuzzy Kappa Method»	175
3.3.1. Description de la méthode Fuzzy Kappa et fondements théoriques.....	175
3.3.2. Domaine d'application de la méthode Fuzzy Kappa.....	175
3.3.3. Validation des résultats de la calibration : la méthode Fuzzy Kappa.....	175
Conclusion de la deuxième partie	179

PARTIE 3 : Scénarios géoprospectifs et simulation spatiale : Intégrer l'occupation du sol et le réseau de transport dans la modélisation d'un système complexe.....	181
Introduction	182

Chapitre 1. Détermination des hypothèses et construction de scénarios géoprospectifs	184
1.1. Prospective et géoprospective territoriale.....	184
1.1.1. La prospective : définition et méthodes	184
1.1.2. La géoprospective territoriale.....	185
1.2. Hypothèses et scénarios géoprospectifs : comment construire les trajectoires possibles de l'occupation du sol d'un territoire pour 2040 ?	186
1.2.1. (par) Une approche rigoureuse de la modélisation.....	186
1.2.2. Descriptions des hypothèses et qualification des scénarios géoprospectifs	187
1.2.2.1. Scénario A : la poursuite des tendances, période [2000-2040].....	187
1.2.2.2. Scénario B : le scénario LGV PACA ou la mise en évidence de "l'effet stimulant " du TGV	190
1.3. Quantifier les dynamiques de l'occupation du sol urbain du territoire transfrontalier franco-italo-monégasque en 2040.....	194
1.3.1. La démarche de quantification des scénarios de développement urbain	194
1.3.1.1. Isoler les classes urbaines d'occupation du sol dites actives pour modéliser l'expansion urbaine	194
1.3.1.2. Observer le passé du territoire pour simuler l'expansion urbaine	195
1.3.2. Quantification des scénarios de développement urbain : détermination de la méthode d'expansion urbaine future.....	197
1.3.2.1. Quantification du scénario tendanciel de référence	198
1.3.2.2. Quantification du scénario LGV PACA	201

Chapitre 2. Simulation et Visualisation d'effets potentiels d'une ligne à grande vitesse: de la détection des changements à l'identification des espaces à enjeux	204
2.1. Simulation des dynamiques de l'occupation du sol.....	204
2.1.1. Localisation des changements d'occupation du sol	204
2.1.2. Quelle évolution des principaux bassins de vie et d'emploi de l'aire d'étude en 2040 ?	208
2.1.3. De la détermination spatiale à la détermination temporelle des changements d'occupation du sol : quelle validité prédictive des changements détectés ?.....	212
2.1.3.1. Différenciation des changements d'occupation des sols à l'échelle globale de la modélisation	212
2.1.3.2. Différenciation des changements et analyse multisectorielle : visualisation de la fragmentation spatio-temporelle des catégories majeures d'occupation des sols	215

2.2. L'accessibilité du territoire transfrontalier à partir de 2020.....	227
2.2.1. L'accessibilité : un concept largement investi par les scientifiques.....	227
2.2.2. Pourquoi est-il important de simuler l'accessibilité future d'un territoire ?	228
2.2.3. Les « contours » complexes de l'accessibilité simulée d'un espace transfrontalier : dimension sociale et dimension spatiale de l'accessibilité	229
2.2.3.1. L'accessibilité juste ou comment introduire une dimension sociale au concept d'accessibilité ?	229
2.2.3.2. Incidences socio-spatiales potentielles de l'accessibilité en 2020 : la mise en articulation entre dimension sociale et dimension spatiale.....	233
2.3. Détermination des espaces sous tensions et des espaces à enjeux sur la base des résultats de la simulation.....	235

Chapitre 3 : Accessibilité et exclusion sociale dans les territoires urbains, périurbains et ruraux :

Comment explorer la dimension sociale de l'accessibilité en Géographie ? 239

3.1. Intérêts d'une réflexion portant sur la dimension sociale de l'accessibilité en Géographie.....	239
3.2. Quelle méthode pour l'appréhension de la dimension sociale de l'accessibilité en Géographie ?	241
3.2.1. Mise en place des indicateurs pour l'évaluation de l'exclusion sociale dans l'espace transfrontalier franco-italien	241
3.2.2. Mise en place d'une typologie de l'exclusion sociale sur la base de l'accessibilité ?	243
3.3. Enjeux d'une réflexion portant sur la dimension sociale de l'accessibilité en zone transfrontalière franco-italienne.....	246
3.2.1. L'espace transfrontalier franco-italien : une aire d'étude bien particulière	246
3.2.2. Exclusion sociale et maillage des réseaux de transport : vers une nécessaire construction d'une « accessibilité durable » du territoire transfrontalier	246
3.2.2.1. Cibler les objectifs d'une réflexion portant sur une « accessibilité durable » des territoires	246
3.2.2.2. L'accessibilité comme contrainte à l'inclusion sociale : un maillage optimal des réseaux pour une accessibilité globale et durable.....	246
3.2.2.3. L'intermodalité, une action primordiale et nécessaire pour une accessibilité durable et globale	247

Conclusion générale..... 249

BIBLIOGRAPHIE	257
TABLE DES ILLUSTRATIONS	275
LISTE DES TABLEAUX ET DES ENCADRES.....	278
ANNEXES.....	279

Avertissement

Je voudrais attirer l'attention du lecteur francophone sur le fait que cette thèse contient des termes en anglais étant donné sa portée internationale, comme le montre la composition du jury, mais aussi en raison de l'utilisation du Urban Growth MOLAND Model dont les caractéristiques sont en totalité décrites en anglais. Certaines terminologies sont difficiles, voire impossibles à traduire en français. Aussi, nous avons préféré garder des concepts, citations et certaines définitions en anglais pour ne pas risquer de dénaturer leur sens profond.

Introduction générale

La LGV PACA dans le contexte régional transfrontalier franco-italo-monégasque

En s'affranchissant d'une idée de causalité linéaire entre le développement d'un territoire et une offre nouvelle de transport, cette recherche, comme d'autres études empiriques avant elle, se réfère plus ou moins explicitement à une vision systémique de l'évolution des territoires. À travers neuf chapitres, elle décline des réalités visibles et invisibles d'un espace particulier, l'espace transfrontalier franco-italo-monégasque, tout en proposant, à partir d'une démarche de géoprospective territoriale, de percevoir ses possibles transformations au lendemain de la mise en service de la Ligne à Grande Vitesse Provence-Alpes-Côte d'Azur, nommée officiellement LGV PACA, dont l'exploitation est prévue en 2020.

Ce projet initié en 1989, a connu une longue gestation dont voici retracées les principales étapes. En 1992, le projet LGV PACA est inscrit au Schéma Directeur et l'étude d'un itinéraire entre Aubagne-Cuers-Le Luc fait l'objet d'une proposition. La seconde étape s'ouvre en 1998, lors de la réunion interministérielle du 4 février qui instaure *un cahier des charges des nouveaux projets* avec les schémas multimodaux de transport. Ces schémas ont pour objectif clair de planifier l'ensemble de l'offre ferroviaire à l'horizon 2020 en fixant les modalités de mise en œuvre. Tous les projets de transport évoqués lors de cette réunion interministérielle devront satisfaire la demande de mobilité dans des conditions de développement durable des territoires. Entre 2000 et 2002, une étude d'opportunité du développement de la grande vitesse est lancée à travers la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA) pour laquelle le financement incombe à Réseau Ferré de France, au Ministère des transports, et à la SNCF. Quant aux services techniques du Conseil Régional de Provence-Alpes-Côte d'Azur, des Conseils Généraux des Bouches du Rhône, du Var et des Alpes-Maritimes, ils sont associés à cette étude en 2002. L'année suivante, le « Ministère de l'Équipement, du Logement, des Transports, du Tourisme, et de la Mer » se porte garant de l'étude. Le 24 mars de la même année, un consensus entre ce ministre et les élus locaux permet de prendre les décisions suivantes : (1) Création d'un comité d'orientation, présidé par le Préfet de Région, et composé des Présidents des principales collectivités concernées. (2) Mise au point d'une convention pour le financement d'études complémentaires et du débat public. (3) Saisine par Réseau Ferré de France de la commission nationale du débat public. Ces décisions vont faire l'objet d'une notification par le ministre au préfet de la région PACA et au Président du Réseau Ferré de France (RFF).

Au fil des ans, ce projet n'a cessé de se complexifier et ce, pour trois raisons principales. Tout d'abord, parce que le projet pose la question de l'emboîtement des échelles territoriales d'analyse, échelles locale, transfrontalière, régionale, nationale et sud européenne. Ensuite, parce que se pose la problématique de la multiplicité des acteurs autour du projet, acteurs qui n'ont ni les mêmes attentes ni les mêmes objectifs. Et enfin, parce que les enjeux attachés à l'affirmation du projet sont de natures diverses. En effet, ces enjeux sont à la fois

d'ordre environnemental, économique, spatial, sociétal et politique. Non seulement ils sont nombreux mais aussi ils s'imbriquent, mettant ainsi en évidence la gouvernance floue qui caractérise l'espace régional transfrontalier franco-italien.

Si le débat public engagé en 2005 n'a pas permis de déterminer un tracé faisant consensus parmi les élus locaux, aujourd'hui, le tracé appelé « tracé des métropoles » a été adopté et non sans heurts. Or, encore aujourd'hui, aucune décision concernant la localisation des futures gares TGV n'a été prise. La LGV PACA est un projet émaillé de nombreuses hésitations qui sont un indicateur des enjeux que représente le TGV pour les métropoles européennes en général et françaises plus spécifiquement, depuis plus de vingt ans maintenant. Ces réserves, véhiculées notamment par les acteurs locaux du projet, démontrent que ces derniers considèrent la LGV PACA moins comme un projet commun de territoire d'envergure européenne et plus comme un projet à l'échelle nationale de moyen de transport terrestre plus rapide pour se rapprocher de la capitale, Paris. Cette vision limitée et autocentrée, cantonne ce projet à un débat plus national qu'europpéen. Pourtant, les enjeux européens existent et sont nombreux, car la LGV PACA ouvre des « fenêtres d'opportunités » vers et pour un renforcement des relations et coopérations entre la région Provence-Alpes-Côte d'Azur et le reste de l'Europe du Sud.

Lors du débat public de la LGV PACA en 2005, les acteurs locaux ont manifesté des attentes considérables au niveau du développement économique de ce territoire. Des attentes pour la plupart irréalistes. En effet, les retours d'expériences concernant les effets du TGV sur le développement économique des territoires, témoignent d'une réalité beaucoup plus complexe. Le débat public a dévoilé l'existence d'une « représentation des effets du TGV » très marquée chez les élus. Des représentations qui ont des conséquences sur la perception des vrais enjeux et des réelles opportunités d'une telle infrastructure de transport sur un territoire.

Objectif de la thèse : offrir un outil d'aide à la connaissance et d'aide à la décision aux différents acteurs du territoire transfrontalier en adoptant une démarche de géoprospective

Il existe deux types de prospective territoriale, l'une exploratoire et l'autre stratégique. Au cours des dernières années, la prospective territoriale est passée d'un regard exploratoire sur le futur ayant pour objet d'identifier les tendances qui le façonneraient, à une vision stratégique et normative de l'avenir du territoire. L'optique de la géoprospective s'apparente à celle de la prospective territoriale exploratoire. Elle consiste à mobiliser toutes les méthodes et tous les outils permettant de connaître et de prévoir le devenir des espaces, notamment à une échelle fine, et de produire des outils d'aide à la décision spatialisés. La géoprospective telle que nous la développons dans cette thèse allie la démarche systémique qui se situe au centre de toute la réflexion et la modélisation spatiale, pour déterminer les répercussions spatiales d'un phénomène sur un territoire, la LGV PACA, à différentes échelles spatiales et

temporelles. L'enjeu de la géoprospective est de détecter les trajectoires territoriales possibles pour appréhender des éléments majeurs jouant dans sa transformation, considérés comme des objets cibles. Face à l'incertitude des événements spatio-temporels à venir, la prospective comme la géoprospective, envisagent les futurs possibles, les « futuribles ». *Le contenu scientifique de la prospective englobe ou peut englober les pluralités d'avenirs. La science du passé comme celle de l'avenir, la science sociale comme la physique n'est pas toujours un choix obligé, une réponse par oui ou par non. Il nous faut même ajouter que les assertions sur les événements futurs dont on ne sait pas apprécier le degré de probabilité, peuvent néanmoins faire partie de la science. La prospective n'est pas de la prévision (au sens étroit du terme) probabilisée, parce que l'observation du fait que deux événements ont une égale probabilité de se produire ou que leur probabilité est inconnue, peut être une observation scientifique au même titre que celle qui constate que, dans le passé, tel événement aura été « surdéterminé* (Barel, 1971). La démarche de géoprospective consiste dans cette thèse à implémenter différents scénarios d'occupation et d'utilisation des sols possibles dans l'aire transfrontalière franco-italo-monégasque, ainsi que différents statuts/niveaux d'accessibilité. Il s'agit donc d'une géoprospective qui ne travaille pas sur les probabilités mais sur les possibilités d'évolution spatiale en proposant des images de « futurs possibles » de cette région à l'horizon 2020-2040, dans le cadre de la LGV PACA et dans le but de permettre, à travers des modélisations, d'estimer les transformations des territoires, appréhendés à une échelle fine, et de mesurer par la simulation les impacts spatiaux de tendance et d'option d'aménagement.

La finalité est donc de mettre en lumière de façon concrète et objective les enjeux pour un territoire qui a choisi la grande vitesse ferroviaire (LGV PACA) comme un moyen d'assurer durablement sa restructuration et son développement. Atteindre cet objectif s'avère être une tâche complexe et des démarches innovantes sont parfois envisagées pour permettre d'appréhender avec justesse et réalisme le devenir possible d'un espace transfrontalier, appelé prochainement à accueillir la grande vitesse ferroviaire.

L'étude abordée sous cet angle admet le postulat suivant : les infrastructures de transport influent sur la dynamique des systèmes spatiaux. À partir de ce postulat émerge la thèse selon laquelle l'arrivée de la LGV PACA va accélérer les transformations déjà en cours de l'aire transfrontalière franco-italienne. De cette thèse, découlent deux hypothèses majeures. La première hypothèse est que l'arrivée de la LGV PACA va renforcer la forte artificialisation des sols exposés dans l'espace transfrontalier et la seconde, que cette arrivée, en améliorant l'accessibilité du territoire en général, va dans le même temps, accentuer les inégalités/dichotomies entre territoires déjà en place. De ces hypothèses procèdent différents questionnements : comment appréhender le devenir d'un espace transfrontalier ? Comment mesurer les possibles effets du TGV sur la structure de cet espace ? Quelles sont les méthodes et démarches en géographie et plus précisément en analyse spatiale qui permettent d'évaluer

spatialement les effets possibles du TGV ? En quoi les résultats issus des méthodes préconisées dans cette étude vont pouvoir contribuer à l'aide à la décision ? Ce sont là autant de questions concrètes auxquelles nous nous sommes employée à apporter les réponses les plus justes et les plus réalistes.

Originalité de la thèse : recherches d'effets territoriaux du TGV par la simulation spatiale par automates cellulaires

Parmi les méthodes relevant de l'analyse spatiale, la démarche de géoprospective à travers la méthode de scénario est de loin la plus pertinente pour déterminer les « images » possibles de l'espace transfrontalier à l'horizon 2020. Imaginer le futur des territoires constitue un exercice des moins aisés certes, mais aujourd'hui, cette démarche est devenue un préalable nécessaire à l'aménagement et à la planification. Aussi, dans le cadre d'une approche de géoprospective territoriale, le choix de la modélisation et de la simulation spatiale s'est imposé. Par conséquent, c'est en utilisant un modèle dynamique et spatialement explicite basé sur les automates cellulaires, du nom de *Urban Growth MOLAND Model*, que nous avons cherché à mettre en évidence les effets probables et possibles de la LGV PACA dans l'espace transfrontalier franco-italien. Dans cette recherche, l'objectif principal de la modélisation est de créer de l'information nouvelle pour la compréhension et l'appréhension des futurs possibles de cet espace. Pour cela, nous avons souhaité appréhender le fonctionnement de cet espace au niveau local et de manière spatialisée en privilégiant l'approche *bottom-up* dite ascendante.

Modéliser c'est, en toute humilité, épurer, simplifier sans pour autant dénaturer la complexité du réel. L'originalité de ce travail est précisément de chercher, par une démarche systémique, une réflexion géoprospective, et par le choix des « inputs » du modèle, une solution qui résolve le problème de la complexité du sujet traité comme du modèle, dont les mécanismes ne sont pas simples mais « simplexes » (Berthoz, 2009). Aussi, c'est sur la base du principe élémentaire de la modélisation que nous proposons d'appréhender en trois grands axes fédérateurs le devenir de l'espace transfrontalier franco-italien dans un contexte LGV PACA.

Les cartes d'aptitude / suitability maps : une plus-value méthodologique pour la thèse

Dans le cadre de la modélisation par automates cellulaires, cette thèse souhaite démontrer l'importance des *suitability maps* en ce qui concerne la compréhension de l'organisation d'un territoire transfrontalier, dans la mesure où elles renseignent sur les possibilités d'expansion de chaque catégorie de classe d'occupation des sols dans l'espace et dans le temps en fonction de la demande future en termes d'occupation et d'utilisation des sols. La faisabilité des *suitability maps* est envisagée à l'échelle micro. On peut aussi l'envisager à l'échelle locale transfrontalière en considérant l'ensemble des communes qui bordent la ligne frontrière. Différentes *suitability maps* présentent de l'intérêt dans le cadre de

cette recherche : (1) les *suitability maps* pour la localisation des réseaux de transport et pour la détermination des zones les plus accessibles ; (2) les *suitability maps* pour la localisation des activités industrielles et/ou commerciales, c'est-à-dire la détection des zones les plus opportunes pour la localisation des activités industrielles et/ou commerciales ; (3) les *suitability maps* pour la localisation des résidences, autrement dit les espaces les plus propices à la croissance urbaine. Cette information revêt une grande importance dans la mesure où elle renseigne sur les espaces les plus ouverts à la densification et/ou à la compacité de l'habitat tout comme sur les espaces les plus aptes à la dispersion de l'habitat et par conséquent au mitage.

Les *suitability maps* présentent un avantage majeur non négligeable dans le cadre d'une modélisation géoprospective par automates cellulaires, en l'occurrence, leur capacité, à se substituer au zonage / « zoning statut ». Les *zoning statut* dans le modèle MOLAND peuvent être définis comme l'ensemble de documents de planification urbaine censés régir l'aménagement durable des territoires (PLU, POS etc). De plus, dans un contexte transfrontalier, il est généralement difficile de mutualiser l'information, surtout celle relative aux zonages car les lois et règlements sont différents de part et d'autre de la frontière. Les *Suitability maps* sont donc considérées dans cette recherche comme la « capacité d'un territoire » à se redynamiser, réorganiser, réinventer, etc. De ce fait, les *Suitability maps* sont un moyen pertinent de comprendre le fonctionnement spontané des territoires et d'évaluer leur potentiel socio-économique, socio-démographique et environnemental, en un mot, le potentiel de développement d'un territoire.

Une recherche avec une certaine « prise de risque »

Le premier « risque » concerne le projet LGV PACA lui-même. D'une part, parce que cette infrastructure de transport n'existe pas encore et ne sera mise en place qu'à l'horizon 2020, et d'autre part parce que les impacts/effets territoriaux d'une ligne de transport à grande vitesse demeurent après plus de trente ans difficiles à mesurer et à identifier pour les scientifiques, en raison de nombreuses incertitudes sur les effets de ce type de transport.

En second lieu, privilégier la géoprospective, peu ou pas connue, par rapport à la prospective territoriale classique et plus connue, pour proposer des images futures d'un territoire en devenir, est délicat.

En troisième lieu, utiliser un modèle spatialement explicite basé sur les automates cellulaires et jusque-là appliqué à des espaces urbains spécifiques, pour comprendre l'organisation spatiale future de l'espace transfrontalier franco-italo-monégasque dans un contexte de ligne à grande vitesse, contient une part de « risque ». De plus, le fait d'intégrer des futures gares de la LGV PACA dans ce type de modèle est chose inédite et par conséquent nous a confrontée à la difficulté de trouver des références sur la façon dont les modèles comme MOLAND prennent réellement en compte l'infrastructure gare TGV (Train à Grande Vitesse) dans les phases de calibration et de simulation. Pour ces différentes raisons, et afin de

minimiser les risques qui se situent au niveau du modèle, nous avons procédé à un choix rigoureux des entrées/inputs. Par conséquent, dans la phase de la calibration du modèle, seuls les inputs les plus pertinents, autrement dit ceux capables de rendre compte de la réalité du territoire, seront introduits dans le modèle. C'est là toute l'importance des *suitability maps* qui vont permettre d'avoir un aperçu global des caractéristiques les plus prononcées de l'espace transfrontalier franco-italien. En quatrième lieu nous pouvons évoquer le difficile passage de la géoprospective à l'aide à la décision. Ce passage n'est pas toujours évident car les résultats des simulations quelle que soit la nature du modèle utilisé sont difficilement appréhendés par les acteurs qui peuvent en faire de fausses interprétations. Des acteurs qui, soulignons-le, ne voient pas toujours l'intérêt de modéliser le futur des territoires dont ils ont la charge. Cependant, de plus en plus, émerge dans le débat public une certaine culture de l'anticipation et donc de la prise en compte du long terme dans les projets de territoire.

Une démarche de géoprospective implique nécessairement la prise en compte de la frontière qui se situe entre l'ambition du scientifique et le réalisme / la faisabilité de ses objectifs car, le scientifique est vite confronté à la réalité et aux limites des outils, techniques et méthodes censés lui faciliter le travail. C'est pour cette raison qu'il a été important pour nous, afin d'atténuer les nombreuses incertitudes autour de ce sujet de recherche, de travailler avec un modèle fiable (MOLAND Model) qui a fait ses preuves et dont la force de simulation est reconnue par la communauté scientifique.

Les différentes phases de la recherche

Trois grandes parties sont proposées dans cette thèse. Il est suggéré dans la première partie un cadrage méthodologique portant sur l'interdépendance existante et pouvant exister entre le système territorial et le sous-système des transports. Dans cette partie sont mis en évidence les liens complexes et indissociables entre un territoire et les différents réseaux de transport qui le structurent. Dans la deuxième partie, nous abordons la problématique de la modélisation et de la simulation en insistant sur la difficulté du paramétrage des modèles dynamiques et spatialement explicites, et notamment sur le paramétrage des modèles basés sur les automates cellulaires contraints. C'est connu, le paramétrage d'un modèle représente une étape cruciale car c'est à ce niveau qu'est évaluée la capacité du modèle à reproduire d'une part, la réalité passée et actuelle du système (le modèle comme outil au service de la rétrospective) et d'autre part, à générer rapidement des simulations futures (le modèle comme outil au service de la prospective). Dans la troisième et dernière partie de cette thèse, c'est la difficulté de l'exercice prospectif qui est mise en avant. À partir de différents scénarios du futur, cette recherche fournit des indicateurs clés quant à l'avenir possible d'un espace transfrontalier, en apportant quelques réponses concrètes à certaines questions d'aménagement que se posent encore aujourd'hui les élus locaux, les décideurs ainsi que les aménageurs.

***PARTIE I : Interdépendance entre territoire et infrastructures de transport :
cadrage méthodologique***

La route, les moyens de transport ne sont ni au fondement ni les moyens ni les moteurs de l'échange et de la bonne fortune mais au contraire, sur un espace quelconque, quand préexistent des motifs d'échange, des pôles de production, un désir du dehors (...), alors des routes sont frayées, des techniciens innovent, des moyens de transport plus ou moins adaptés voient le jour (Harmelle, 1982).

Introduction

Une commune de la banlieue parisienne, Montreuil, desservie par le métro dès 1937, a été comparée dans l'évolution de ses variables socio-économiques et urbanistiques à des communes semblables mais atteintes quelques décennies plus tard par le réseau. Aucune différence n'a été mise en évidence. Sur près de deux cents ans, des corrélations ont été recherchées entre l'existence d'une desserte ferroviaire et la croissance économique des petites villes françaises de 5 000 à 20 000 habitants. Aucune interdépendance n'a été détectée. (Offner, 1993). Il est significatif que l'existence d'effets structurants que nous définissons ici comme l'existence de conséquences mécaniques (c'est l'idée qu'une cause entraîne systématiquement des effets) des infrastructures de transport sur le développement économique des territoires desservis a toujours passionné les chercheurs. Contestées par certains chercheurs et rejetées par les plus virulents, les mises en garde qui ont été avancées sur les effets automatiques des infrastructures de transport sur le développement des territoires restent encore aujourd'hui sur la scène du débat (Bonnafous, 1974 ; Plassard, 1977; Pumain, 1982, Offner, 1993 ; Chapelon, 1997 ; Plassard, 2003). Les positions des uns et des autres autour de la question des effets/impacts des infrastructures de transport sur le développement des territoires, nous ont engagée à proposer dans cette partie une approche à partir d'une vision systémique de l'interdépendance et les liens indissociables qui relie un territoire et son réseau de transport.

Ainsi, la problématique détaillée dans le premier chapitre de cette partie, soulève la question relative à la structuration des territoires par les réseaux de transport. Ici, les réseaux de transport sont considérés comme un sous-système du système territorial, par conséquent l'idée du réajustement permanent entre le territoire et les réseaux de transport est défendue. De ce fait, et à la lumière d'un large éventail d'études existantes, a été avancée l'idée selon laquelle les réseaux de transport contribuent à la transformation et donc à la structuration des espaces. Cependant, cette assertion est largement nuancée car si les réseaux jouent un rôle dans la structuration et l'évolution des espaces, leur implication est souvent difficile à appréhender et par voie de conséquence, il serait délicat dans le cadre d'une analyse spatiale, d'en dissocier l'influence que d'autres facteurs socio-économiques, voire culturels, peuvent jouer dans l'évolution et la structuration des territoires.

Trois grands chapitres sont à distinguer dans cette première partie. Dans un premier chapitre, sont discutés les éléments de corrélation qui s'établissent de façon étroite et complexe entre un réseau de transport et un territoire. Cette complexité est largement dépendante de l'organisation des réseaux de transport dans l'espace géographique où ils acquièrent une double dimension, d'abord au niveau spatial, puis temporel, rendant ainsi difficile toute analyse des relations et/ou interactions entre un réseau de transport et un territoire. Dans une seconde phase de ce chapitre, est mise en exergue l'existence d'un effet d'interaction entre réseau de transport et territoire. Enfin, au-delà du mythe *des effets*

*automatiques/immédiats*¹ de transport sur le développement des territoires, la troisième et dernière phase de ce chapitre s'emploie à mettre l'accent sur le rôle concret des infrastructures de transport dans la structuration et/ou restructuration des territoires.

Après avoir posé les bases de notre réflexion, nous présenterons dans le deuxième chapitre de cette première partie les caractéristiques de l'aire d'étude en considérant le fait que les espaces transfrontaliers sont le miroir des sociétés européennes, dans le sens où ils nous renseignent sur la nature et le fonctionnement de l'Europe, dans ce qu'elle a de plus diversifié et de plus uni. Aussi, ces espaces constituent pour les chercheurs qui s'y intéressent, de véritables laboratoires/lieux d'expérimentation où s'exprime l'identité européenne par le bas. C'est également dans les espaces transfrontaliers que se mesure la capacité de l'Europe à construire sa cohésion spatiale. Aussi, à l'heure européenne, étudier les espaces transfrontaliers revient à démontrer le fait que les territoires européens semblent de moins en moins marqués/déterminés par des frontières étatiques. En effet, les territoires, tout comme les citoyens, construisent des lieux de vie de moins en moins dépendants des lignes frontières, à travers des actions de coopérations diverses. Il en résulte que, très souvent, ce sont les actions de coopérations qui donnent naissance à des projets de territoire (projet de ligne à grande vitesse, construction d'une autoroute ou d'un aéroport (exemple Genève-France, etc.) devant les relier et les unir au sein d'une même communauté. Ces projets de territoire sont le reflet de la volonté des périphéries nationales (que sont les espaces frontaliers) de symboliser leur appartenance à la « communauté transfrontalière ». Cependant, tous les espaces frontaliers ne sont pas prêts à construire un projet de territoire transfrontalier, soit parce qu'ils n'ont pas forcément d'objectifs communs (parce que trop différents dans leur fonctionnement), soit parce qu'ils ne sont pas toujours conscients des bénéfices à retirer d'une intégration territoriale plus accentuée. Mais, parce que l'Europe s'implique de plus en plus dans les projets de territoires, et plus particulièrement dans les projets ferroviaires en établissant par exemple une politique de transport qui vise à rééquilibrer les territoires et à supprimer les goulets d'étranglement, les territoires qui jusque-là étaient réticents à une « intégration territoriale plus poussée » voient dans l'Europe une formidable opportunité de ne pas ou plus rester en marge de la dynamique européenne. Dans cette perspective, l'offre ferroviaire à grande vitesse peut tout à fait être considérée comme un moyen de favoriser l'intégration de l'espace européen, à l'image du projet LGV PACA et dont l'Union Européenne s'apprête à prendre en charge une partie du financement. C'est dans ce contexte européen qu'est proposée une méthode de diagnostic spatial de l'aire transfrontalière franco-italo-monégasque, jusque-là à l'écart des grands projets d'aménagement national et européen. Aujourd'hui, cet espace trouve dans le projet de ligne à grande vitesse Provence-Alpes-Côte d'Azur (LGV PACA) un moyen de constituer un axe fort du réseau européen à grande vitesse, à l'horizon 2020. Cette future infrastructure de transport a pour objectif implicite : (1) de valoriser la situation de cette

¹Nous préférons le terme effets automatiques au terme effets mécaniques qui est souvent utilisé dans la problématique de transport. Car nous pensons que ce qui est mécanique n'est pas forcément automatique. Et pourtant ce terme est souvent utilisé dans la géographie des transports pour faire référence à terme automatique. La définition du dictionnaire « Robert » nous conforte dans cette position.

région au cœur du corridor de l'arc méditerranéen, (2) de promouvoir son économie touristique et résidentielle, (3) de mettre en avant l'attractivité internationale générée en partie par la Principauté de Monaco, et (4) de faire de cette région, une nouvelle centralité à l'échelle régionale, nationale et européenne en améliorant l'accessibilité de la population résidente frontalière. Dans ce chapitre donc, sont exposées en premier lieu les différentes étapes théoriques d'un diagnostic spatial, applicable à tout territoire transfrontalier. Puis, en second lieu, cette démarche est transposée au cas particulier de l'espace transfrontalier franco-italien en y intégrant les conséquences possibles d'une infrastructure lourde de transport type TGV sur l'organisation spatiale de l'aire d'étude en question.

Le troisième chapitre est consacré aux différentes composantes du projet de LGV PACA. L'objectif de ce chapitre est double. Dans un premier temps, il décrit la nature du projet en le replaçant dans son contexte historique et socio-politique. Dans ce contexte, le débat public qui a eu lieu en 2005 reste un formidable outil d'évaluation et de connaissance de l'évolution de la future infrastructure de transport LGV PACA. Ce débat, auquel nous avons assisté, nous a renseignée sur les attentes des acteurs en termes de développement territorial mais aussi sur leurs visions souvent étroites de ce qui fait enjeu dans le contexte de la LGV PACA. Dans un second temps est proposé un tour d'horizon des enseignements à tirer de l'arrivée d'une ligne à grande vitesse en général. Cet exercice a permis d'isoler des éléments d'analyse pertinents pour la mise en évidence des effets territoriaux de la LGV PACA.

Chapitre 1. Structurer les territoires par les réseaux de transport : la mise en évidence de liens étroits et indissociables

1.1. Réseaux de transport et territoire : la complexité des rapports entre deux systèmes

Puisqu'il est admis que les réseaux de transport assurent échanges et relations en tous genres entre les hommes et leur milieu de vie, réseaux de transport et territoire, par les liens étroits qu'ils entretiennent, ne peuvent être traités séparément. Ainsi présenté, le territoire peut être défini comme un système ouvert, structuré par un ensemble de réseaux et doté d'un dispositif de gestion, au sein duquel se situent les acteurs du territoire en question. Dans cette perspective, le réseau de transport devient ce sous-système et/ou système technique, cet ensemble cohérent d'infrastructures qui s'inscrit dans le système territorial pour l'organiser, et par là même le structurer, en assurant les liens nécessaires entre les différents lieux qui composent le territoire (Kansky, 1963 ; Angel et Hyman 1972 ; Offner, 1991 ; Merlin, 1991 ; Mathis, 1996, 2000 ; Bonnafous, 1974, 1980, De Noüe, *et al.*, 1993 ; Pumain, 1982, etc.).

Afin de mieux appréhender la problématique réseau/territoire, il convient de la traiter sous deux angles, en abordant tant la dimension spatiale qui rend compte de diverses logiques liées à l'espace et à l'organisation d'un territoire, que la dimension temporelle qui fait appel au temps nécessaire aux acteurs pour arriver à la phase d'exploitation d'un réseau donné de transport. Souvent ce temps se compte en 10, 15, 20, voire 30 ans, dans le cadre de grands projets d'envergure (aéroport, ligne à grande vitesse, port, etc.).

1.1.1. La dimension spatiale des réseaux de transport

L'approche scalaire des réseaux de transport permet de déterminer l'importance de l'échelle géographique dans laquelle ces derniers s'inscrivent. On peut ainsi établir que les réseaux permettent et facilitent l'articulation entre les différentes échelles spatiales. Le besoin des sociétés humaines d'échanger et de communiquer entre elles, octroie aux réseaux de transport cette fonction de mise en relation de lieux différents et d'irrigation des territoires. Pour étayer nos propos, nous allons prendre l'exemple de la construction de l'Europe où l'on observe un processus de maillage des réseaux de transport initialement conçu au niveau des États-nations, et qui s'est progressivement étendu aux échelles spatiales transfrontalières, transnationales, favorisant ainsi la cohérence et la cohésion territoriale des territoires de l'Europe, tout en facilitant la circulation des personnes et des biens au sein de cet espace, devenu une large zone d'échange et de relations. Le cas de l'Europe en construction est intéressant à évoquer car, ici plus qu'ailleurs, se décline sans ambiguïté aucune, le rôle des réseaux de transport dans l'intégration de territoires jusque-là en marge des grands axes d'échanges. Il en ressort que la politique européenne de transport s'inscrit dans une volonté d'intégration des territoires par les réseaux de transport. En effet, pour faciliter l'intégration des différents espaces qui la composent, l'Europe s'est employée à étendre et interconnecter le réseau transeuropéen à grande vitesse en construisant des axes prioritaires. C'est le cas du

projet Lyon-Turin ou encore du TGV-Est mis en service en 2007 et qui entraîne dans son sillage, le projet TGV Est Européen appelé à relier l'ouest à l'est de l'Europe.

1.1.2. La dimension temporelle des réseaux de transport : la transformation de la « mesure » du temps

Autant que l'espace, un réseau de transport est appelé aussi à « maîtriser » et à « gérer » le temps de façon optimale. Cette exigence s'est accrue avec la technologie de plus en plus complexe des modes de transport. Au niveau du transport aérien (Concorde en son temps, 1980-2002 et, en 2008, l'Airbus A.380) comme au niveau de l'innovation qui s'est opérée sur du transport ferroviaire avec un bouleversement de la notion du temps participant ainsi à la modification de la dimension temporelle dans l'approche des réseaux de transport (Klein, 2001). Dans son ouvrage *L'homme à toute vitesse* (2000), Jean Ollivro s'emploie à démontrer comment les avancées technologiques ont participé à une modification exacerbée du comportement et de la perception des sociétés humaines à l'égard du temps. Désormais, le temps n'est plus tributaire du lieu et/ou de la distance mais du décuplement des vitesses de déplacement rendu possible par les différentes innovations techniques (Ollivro, 1999; 2000). Moins on met de temps pour parcourir une longue distance, plus le mode de transport sera jugé efficace par l'utilisateur car objectivement ce que l'utilisateur achète c'est du temps. Pour exemple, au-delà de 5 h de trajet de train, les usagers vont davantage privilégier l'avion plutôt que le TGV qui, dans ce contexte précis, apparaît comme moins approprié pour se déplacer. Cependant, au-delà de la performance technologique, la dimension temporelle des réseaux est aussi à rechercher au niveau de la réalisation des infrastructures de transport qui s'opère généralement sur un long terme (20 ans et plus), du fait des investissements lourds de longue durée et des coûts fixes importants mobilisés (souvent des milliards d'euros). Ces délais parfois très larges sont la résultante de nombreuses concertations entre les acteurs impliqués qui se traduisent le plus souvent en confrontations quotidiennes entre ceux qui souhaitent aménager et faire *évoluer* constamment le réseau de transport, et ceux qui ne veulent rien faire, soit parce qu'ils n'en voient pas la nécessité, soit dans un souci de *protection* de l'environnement. Toutefois, le désaccord entre acteurs à l'échelon local et régional, se résorbe souvent par l'arbitrage de pouvoirs publics de niveau supérieur, à savoir l'Etat, qui reste seul décisionnaire final. La preuve en est faite lorsqu'il y a litige sur l'adoption d'un tracé d'autoroute ou d'un tracé de ligne à grande vitesse, et où la décision finale appartient toujours à l'Etat.

1.1.3. Les « nœuds de réseaux » comme éléments d'articulations des échelles spatiales et temporelles

Les nœuds de réseaux à l'image des gares TGV ou des plateformes multimodales tels que les hubs (Roissy, New York, Londres, etc.), sont souvent retenus pour expliquer l'articulation entre les échelles territoriales et réticulaires. Un nœud peut être défini comme un point de jonction de différents tronçons d'un réseau (...). Il peut être une plateforme bimodale

ou plurimodale. C'est donc à la fois le lieu de connexion et l'organe qui garantissent la jonction entre différents modes de transport (Bavoux *et al*, 2005). Par essence donc, le nœud de réseau, assure l'interconnexion entre les différents modes de transport sur des échelles spatio-temporelles diversifiées. Le cas des hubs européens, à l'instar de Roissy Charles De Gaulle, illustre bien l'existence d'articulation entre échelles territoriales et temporelles des réseaux. En effet, dans ce lieu représentatif qu'est Roissy, sont assurées multitudes d'interconnexions à partir de divers modes de déplacement allant du réseau TGV au réseau intra-urbain (bus, taxis, etc.). Pour exemple, y sont réalisées des liaisons essentiellement aériennes ou entre avion et TGV pour des destinations de longue durée et de très longues distances (nationales et internationales), l'avion + bus/taxis pour des liaisons de courtes durées qui s'exercent au niveau intra-urbain. Indirectement, l'utilisateur de l'avion qui atterrit à Roissy apporte des informations sur la capacité de ce nœud à gérer des interconnexions scalaires, selon le mode de transport qu'il aura choisi par la suite pour atteindre son domicile et/ou son lieu de travail. Ce même usager exige une condition non négligeable : *optimiser au mieux son temps de déplacement* de manière à atteindre sa destination en passant le moins de temps possible dans les transports. Or, si le nœud de transport permet de relier facilement les territoires, au niveau des échelles spatiales, en revanche, les ruptures de charge qu'il impose font ressentir le poids des *contraintes temporelles* en constituant un handicap à la fois pour l'utilisateur, en termes de confort et de temps de trajet, et pour l'exploitant (en termes d'efficacité car les cadencements horaires ne peuvent pas toujours être assurés). Ainsi, les nœuds de transport et plus particulièrement les hubs, sont parmi les infrastructures de transport qui traduisent le mieux la complexité du fonctionnement des réseaux dans un espace-temps donné (Chi et Crozet, 2004 ; Bonnafous et Giret, 2002).

1.2. Réflexion sur le rôle des réseaux physiques dans la structuration des territoires

1.2.1. Analyse de la cohésion territoriale vue par l'Europe

1.2.1.1. La cohésion territoriale : un concept récent dans la politique régionale européenne

C'est un exercice difficile que d'essayer d'analyser en l'état, le concept de cohésion territoriale en Europe, même si ce concept fait actuellement figure de « vitrine » de la politique régionale de la communauté. En effet, ce concept est relativement nouveau dans les textes européens où jusque-là, étaient présents des concepts plus maîtrisés et plus en phase avec la politique européenne, tel le concept de *cohésion sociale* et/ou *cohésion économique*. C'est seulement au cours de la décennie 1980, que viendra s'ajouter dans les textes officiels européens le terme de *cohésion territoriale* « (...) La *cohésion territoriale* apparaît de prime abord comme un OVNI politique européen, un de ces amendements « cavaliers » que l'on glisse subrepticement dans un projet de loi afin de faire passer une disposition législative aux buts inavoués » (Grasland et Hamez, 2005, p. 98).

Le moins que l'on puisse dire en parcourant les divers textes européens depuis les années 1980, c'est que le concept de cohésion territoriale demeure relativement flou. Très souvent, *le troisième rapport sur la cohésion territoriale* (Commission Européenne-Politique Régionale)² est cité comme le document qui a été le plus explicite en abordant le concept de cohésion territoriale. Pourtant, il n'en demeure pas moins qu'il reste difficile pour les acteurs politiques, après lecture de ce texte, de comprendre son utilisation ainsi que *sa vraie traduction* dans le schéma de développement régional de l'Europe, (c'est l'exemple du SDEC qui repose essentiellement sur trois volets : le social, l'environnement et l'économie. Avec un volet *territorial* totalement abstrait pour ne pas dire absent) où le terme « territoire », contrairement à ceux d'environnement, d'économie et de social, se présente déjà comme étant très difficile à appréhender et à traduire par les « politiques » et dans les « politiques » d'aménagement des territoires européens. Cette difficulté apparaît de manière flagrante en 2008 quand il est demandé aux élus européens de définir le concept de cohésion territoriale et d'expliquer le vrai sens du terme « territorial », à la fin du débat/livre vert sur la cohésion territoriale.

Alors que l'annonce d'un livre vert sur la cohésion territoriale en Europe, a été perçue comme une phase importante et indispensable aux politiques de développement régional, le livre vert ne donne aucune indication précise sur ce que ce concept de cohésion territoriale veut vraiment dire pour l'Europe et ce qu'elle en attend. Il permet encore moins de comprendre comment ce terme devrait pouvoir être traduit de façon concrète dans sa politique régionale.

Le second exemple concerne la définition que l'Europe elle-même donne au concept de cohésion territoriale et les conséquences en termes d'objectifs qui ont découlé de cette définition : la cohésion territoriale est considérée d'abord comme *un moyen de promouvoir un développement harmonieux de l'ensemble de la communauté, celle-ci tendant au renforcement de la cohésion économique et sociale. En particulier, la communauté vise à réduire l'écart entre le niveau de développement des diverses régions et le retard des régions les moins favorisées* (art. 23 de l'Acte Unice Européen). C'est suite à cet article que deux objectifs ont été présentés. Dans l'objectif 1, les territoires éligibles sont les régions ayant un PIB/hab. inférieur à 75 % de la moyenne communautaire et devraient pouvoir bénéficier du fond structurel européen mis en place depuis 1988. Le PIB/hab. comme indicateur principal du fond structurel montre que l'Europe peine à faire la différence entre cohésion économique, cohésion sociale et cohésion territoriale. Dans l'objectif 2 de la communauté sont éligibles les pays ayant un taux de chômage supérieur à la moyenne communautaire et dont *la conversion industrielle* est encore très faible. En définissant ces deux types d'objectifs basés sur des critères purement économiques et sociaux, l'Europe manifeste son malaise et la difficulté qu'elle a à traduire (de façon concrète) dans sa politique de développement régional, le terme de cohésion territoriale.

²http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docoffic/official/reports/cohesion3/cohesion3_fr.htm

Ces deux exemples montrent bien que le concept de cohésion territoriale est emprisonné dans sa dimension économique et sociale au regard des lois, traités et autres documents faisant foi pour l'Europe (Programme ESPON/³ 2002-2006). Nulle part dans ces textes, la dimension territoriale proprement dite peut être démontrée ni indiquée, tout au moins pas de la même manière que nous la percevons et concevons en géographie. Pourtant, c'est seulement en se situant à ce niveau qu'il est véritablement possible d'en mesurer ses effets potentiels sur les territoires et de fournir aux acteurs des indicateurs de mesure, des outils et autres méthodes qui leur permettraient d'intégrer cette notion dans leurs différentes phases de prise de décision. Pour cela une définition très géographique du concept de cohésion territoriale doit être mobilisée. La section suivante propose une définition aux dimensions multiples de la notion de cohésion territoriale.

Les scientifiques et autres chercheurs en sciences humaines et sociales se sont saisis du terme de cohésion territoriale pour aider les acteurs à l'appréhender et à l'intégrer dans leurs prises de décision (Faludi, 2004 ; ESPON 3.2, 2004). La nécessité pour l'Europe de faire appel aux chercheurs pour mettre en place un indicateur européen de cohésion territoriale dénote l'importance de ce terme dans la démarche européenne de développement équilibré des régions. En effet, dans leurs travaux, Claude Grasland et Gregory Hamez proposent un indicateur de cohésion territoriale européen. Les deux chercheurs, en relevant la double difficulté de leur tâche « La mise au point d'un indice européen de cohésion territoriale est à la fois un problème scientifique (exploration des solutions possibles) et un problème politique (utilisation potentielle de cet indicateur pour l'attribution d'aide aux régions en difficultés » (Grasland et Hamez, 2005, p. 97), soulèvent également la difficulté à construire cet indicateur dans la mesure où il existe un panel de solutions et/ou d'indicateurs possibles.

³ESPON est l'acronyme de European Spatial Planning Observatory Network que l'on traduit habituellement en français par Observatoire en Réseau de l'Aménagement du Territoire Européen, ou ORATE. Ce programme scientifique et politique, réalisé au cours de la période 2002-2006 à l'aide de crédits INTERREG pour le compte de la DG Regio et des ministres en charge de l'Aménagement du territoire, a pour vocation de constituer un réseau scientifique apportant une expertise sur l'ensemble des questions de politique régionale et de planification territoriale. Pour plus de détails, on peut se reporter à la présentation qui en a été faite dans la revue **Territoires 2020** (Cattan, Grasland, 2003) ou au site internet du programme (<http://www.espon.lu>) et de son point focal français » (Grasland et Hamez, 2005).

Encadré 1 : Cohésion territoriale en Europe : Rappel historique et dates importantes

Entre 1980-fin des années 1990

- **1986** ; la « politique de cohésion » apparaît en 1986 dans l'Acte Unique Européen (AUE).

- **1997** ; l'article 7 du traité d'Amsterdam (1997) qui a fait émerger le thème de la cohésion en Europe

Année 2008

- **6 octobre**, Danuta HÜBNER, commissaire européenne chargée des affaires régionales annonce la publication d'un livre vert sur la cohésion territoriale [lieu : Bruxelles].

- **24 octobre**, assises de la subsidiarité, au Sénat [lieu : Paris]

- **30 et 31 octobre** : conférence sur la cohésion territoriale et l'avenir de la politique de cohésion [lieu : Paris].

- **24-26 novembre** : réunion informelle des ministres européens chargés de l'aménagement du territoire [lieu : Marseille]

- **2009** ; juin, 6^{ème} rapport d'étape sur la cohésion économique et sociale

Prévisions

- **2010-2011** : Débats budgétaires

- **2014-2020** : Programmation de la nouvelle politique régionale de l'UE

1.2.1.2. Quelle définition pour le concept de cohésion territoriale ?

Les géographes ont apporté une définition au concept de cohésion territoriale : *la cohésion territoriale est une notion à la fois multisectorielle et multiscalaire ; elle doit être comprise de façon non statique mais évolutive, et doit être intégrée aux politiques dans une « gouvernance multiniveaux »* (Grasland et Hamez, 2005). Dans cette définition, se côtoient les dimensions de territoire, d'échelle et de temps. À travers celle-ci, c'est l'importance des échelles – échelle spatiale (fonction des territoires : dimensions économique, sociale et environnementale) et échelle temporelle (évolution et dynamiques territoriales) – qu'il est nécessaire de mettre en évidence dans le cadre de l'appréhension du concept de cohésion territoriale. C'est donc le territoire, dans toutes ses composantes (dimension plurisectorielle et plurifonctionnelle) et le temps dans sa durée et son écoulement (temps/termes court, long et moyen) qu'il faut prendre en compte pour comprendre ce qu'est la cohésion territoriale. Cette définition, en montrant la dimension spatiale et temporelle de la cohésion territoriale, va donc au-delà de celle de la communauté qui semble réduire la cohésion territoriale à une équation devant amoindrir les disparités économiques entre différentes régions européennes, alors qu'elle est beaucoup plus complexe. Cette complexité tient au fait que la dimension territoriale est au cœur des processus qui font la « cohésion territoriale » et qui font appel aux multiniveaux, niveau local, d'abord, et niveau régional, à l'échelle européenne. C'est cette prise en compte de l'imbrication et de l'emboîtement des différentes échelles qui est souvent malaisée, et qui pourtant, s'avère fondamentale pour appréhender ce concept et par conséquent l'intégrer de façon efficace dans les différentes politiques d'aménagement du territoire européen.

Si l'appréhension du terme cohésion territoriale, est mal aisée, c'est qu'elle implique une prise en compte de la dimension spatiale et temporelle, que l'Europe n'introduit pas dans ses

directives. L'un des principaux apports des géographes au programme ESPON est d'avoir démontré l'importance de ces deux dimensions.

1.2.1.3. La dimension spatiale et temporelle du concept de cohésion territoriale

La cohésion territoriale s'avère être un élément central de la politique régionale européenne car son ambition se décline sur une large sphère géographique. En effet, son champ d'application s'est multiplié et embrasse à la fois les dimensions européenne, régionale et locale. Par conséquent, pour assurer la cohésion territoriale, il apparaît avant tout nécessaire qu'il y ait une coordination entre chaque espace géographique, y compris au sein d'un même espace. Il est évident que cette démarche de solidarité entre les territoires devrait catalyser une meilleure cohésion sociale. Or, pour que les principes de cohésion spatiale et sociale soient appliqués concrètement, l'implantation d'infrastructures de transport apparaît comme la solution optimale. Il n'en demeure pas moins que l'accessibilité représente pour l'Europe, un aspect majeur de la cohésion territoriale, si l'on considère que l'ensemble des citoyens européens doit pouvoir avoir accès aux biens et services, peu importe leur ancrage géographique au sein de l'Union européenne (De Boe et Grasland, 1999 ; Vandermotten, 2002 ; Davezies, 2002 ; Grasland, 2004). Par conséquent, le rôle prépondérant qu'exerce l'accessibilité pour assurer pleinement la cohésion territoriale vient légitimer la mise en place d'un réseau ferroviaire à grande vitesse. L'objectif d'un tel réseau est de faciliter dans un premier temps l'accès aux principales métropoles européennes. Mais son ambition ne s'arrête pas là puisque le réseau ferroviaire à grande vitesse continue de se déployer et de multiples projets sont à l'ordre du jour en vue de constituer les futures liaisons vers les territoires transfrontaliers. Ainsi, des liaisons devraient être établies entre l'axe Lyon-Turin et Perpignan-Figueras. Plus tard, la ligne de TGV-Est constituera un nouveau réseau de connexion entre Strasbourg, Stuttgart, Francfort, ainsi que la Suisse. Colmar, Mulhouse, Bâle, Zurich, etc., devraient pouvoir bénéficier de ce projet.

Toutefois, l'idée défendue par l'Europe et qui consiste à favoriser la cohésion territoriale à partir des infrastructures de transport (autoroutes et réseaux à grande vitesse par exemple) a ses limites. Il ne suffit pas de relier des territoires par une infrastructure moderne de transport pour créer un espace structuré ou même cohérent. Comme nous allons le voir dans les différents exemples que nous présentons dans cette section, l'infrastructure certes peut favoriser et améliorer l'accessibilité d'une ville, mais elle a aussi des effets pervers. En desservant certains territoires et pas d'autres au sein d'une même région, l'infrastructure perturbe l'organisation préexistante, et crée donc une forme de déstructuration/restructuration. Pour illustrer nos propos, nous allons nous appuyer sur les travaux de Philippe Mathis (Mathis, 1996a et 1996b) en prenant l'exemple de deux autoroutes. L'autoroute A28 et l'autoroute des Estuaires desservent toutes deux l'Arc Atlantique. Le positionnement de ces deux infrastructures de transport dans l'espace géographique fait que la première participe à renforcer et à structurer le bassin parisien en mettant, à une heure de Paris, la ville du Mans et celle de Tours tout en éloignant ces deux villes du Maine-et-Loire, pourtant proches

géographiquement l'une de l'autre. Il est plus facile aujourd'hui pour un habitant de Tours et/ou du Mans de se rendre à Paris, qu'un habitant du Mans de se rendre à Tours et vice versa. De ce fait, cette autoroute est considérée comme un contournement autoroutier de l'agglomération parisienne, plus que comme une autoroute visant à renforcer l'organisation spatiale de cette région (en favorisant par exemple le rôle de nouvelle centralité pour Tours ou pour le Mans) ; celle-ci devient une sorte de « périphérie » de la région parisienne, créant ainsi une forme de dépendance entre ces villes et Paris. En revanche, la seconde autoroute, l'autoroute des estuaires, en longeant les quatre grands estuaires de la façade Atlantique (Manche-Atlantique, la Somme, la Seine, la Loire et la Garonne), évite le bassin parisien et relie directement ou indirectement la Bretagne aux Pays de la Loire, la Haute et la Basse-Normandie en passant par la Rochelle et contribue plus à renforcer la structure de l'Arc Atlantique et à positionner cet Arc de façon stratégique au niveau européen, dans la mesure où l'objectif de l'Europe à travers cette autoroute est de relier la Belgique et l'Espagne. Ce qui montre que chaque infrastructure à sa propre nature et que même si elles ne sont pas éloignées l'une de l'autre, elles divergent dans leur rôle en fonction de l'échelle considérée. Vues par l'Europe, ces deux infrastructures jouent un rôle identique qui est celui de renforcer la cohésion économique et sociale de l'Europe, d'autant plus que ces dernières se situent précisément dans la partie qui renferme l'essentiel du dynamisme industriel et commercial de l'Europe : c'est la fameuse diagonale sud-ouest/nord-est qui va de la Randstad en passant par la Ruhr, le bassin londonien jusqu'à la péninsule ibérique. L'Europe semble donc ne mettre en avant que les effets bénéfiques de l'infrastructure dans sa politique d'aménagement régional. Pourtant, ce qui est bénéfique à un certain niveau ne l'est pas forcément à un autre niveau (c'est le jeu des échelles). Certes, cette cohésion est décelable et nous allons le voir dans les exemples retenus, mais simplement à une certaine échelle, car manifestement les effets de l'infrastructure sont très fragmentés (Davezies, 1997) et ceci tient à la complexité des échelles. Cette fragmentation est illustrée par les échelles spatiales car les infrastructures de transport, en rapprochant des territoires à l'échelle européenne (Paris-Londres ; Milan-Paris, etc.) dans le même temps, vont favoriser l'éloignement de différents territoires au sein d'une même région. L'exemple du réseau français à grande vitesse, le réseau le plus important d'Europe, est très parlant. Ce réseau est conçu de telle sorte que toutes les lignes doivent d'abord être reliées à la capitale, Paris, résultat d'une longue tradition jacobine/centralisatrice. Et ceci ne va pas sans conséquences car le TGV, en reliant Paris avec les principales villes françaises, crée aussi des vides relatifs c'est-à-dire des territoires traversés mais non desservis, créant ainsi des « vallées isolées », des territoires intermédiaires condamnés à rester plus ou moins éloignés des zones de fortes compétitivités, des centres de décisions. Ce phénomène a des retombées à l'échelle locale (perte d'attractivité économique et démographique, émergence de territoires exclus et déserts, inégalité de développement, délocalisation d'activités vers des espaces desservis ou vers des espaces bénéficiant de très bonnes fréquences des trains ou de très bons systèmes de rabattements, etc.) comme l'indique d'ailleurs Valérie Mannone en 1995 (Mannone, 1995) en ces termes : *Avec l'augmentation*

des vitesses, les espaces intermédiaires non desservis s'effacent au profit des villes qui renforcent ainsi leur polarisation. On peut donc se demander de quel territoire l'Europe promeut la cohésion. Il semblerait que sa définition de « territoire européen » s'arrête tout simplement aux grandes agglomérations qui assurent son rayonnement.

En prenant pour référence la LGV Est-Européen en Champagne-Ardenne, les travaux de Sylvie Bazin *et al.* (2009) en l'occurrence soulignent les conséquences sur la cohésion territoriale d'un réseau ferroviaire à grande vitesse. Les chercheurs ont fait un constat prégnant : la ligne de TGV Est-Européen a permis de rapprocher de Paris, mais aussi d'autres capitales européennes comme Londres, la ville de Reims qui a vu s'affirmer son positionnement européen en trouvant une nouvelle centralité (toute chose égale par ailleurs). Mais, l'irruption du TGV Est-Européen a comme effet pervers le renforcement du rôle de transit de la région Champagne-Ardenne – considérée comme une zone périphérique – entre la capitale et les grandes métropoles allemandes telles que Franckfort ou Stuttgart. Par ailleurs, en se rapprochant de Paris, Reims perd sa dynamique spatiale et tend à s'éloigner progressivement de son environnement proche. Avec la mise en service de la ligne TGV entre Paris et Reims, les fréquences vers la capitale se sont améliorées – temps de parcours et tarifications réduits – tandis que les fréquences vers les communes limitrophes de la capitale champenoise telles que Saint-Dizier, Bar-le-Duc et Châlons-en-Champagne, se sont dégradées en raison de la diminution de la desserte. En d'autres termes, l'arrivée du TGV à Reims n'a pas produit un effet polarisant. Manifestement, en créant une ligne à grande vitesse, il apparaît difficile de concilier une cohésion territoriale européenne avec une cohésion territoriale à l'échelle régionale ou locale. Ce constat interpelle sur la possibilité de privilégier la cohésion territoriale à dimension européenne sans pour autant négliger la cohésion territoriale à l'échelle régionale ou locale. Les exemples précités et les éléments recueillis au cours de notre approche de la dimension spatiale de la cohésion territoriale ont permis de conclure que la cohésion territoriale dans l'espace géographique européen présente certaines carences d'un point de vue multiscalair et multiniveaux.

Quant à la dimension temporelle de la cohésion territoriale, elle est bien réelle, comme l'indiquent les conclusions de la réunion des ministres de l'aménagement du territoire qui s'est tenue à Rotterdam en novembre 2004, qui soulignent que *l'approche de la cohésion territoriale doit être non seulement intégrée (c'est-à-dire faire partie de l'ensemble des politiques mises en œuvre, quel que soit le niveau de décision), mais aussi à long terme* (ESPON, 2004). La prise en compte par les acteurs politiques (élus européens), de la nécessité du long terme dans la politique européenne d'aménagement, est révélatrice de la nécessité perçue par ces acteurs d'anticiper les politiques d'aménagement visant à promouvoir la cohésion territoriale en Europe. De ce fait, pour le chercheur, la nécessité d'une réflexion de prospective territoriale prend toute son importance dans le cadre de la mise en place de politiques opérationnelles pour l'aide à la cohésion territoriale en Europe. Une réflexion

prospective qui implique l'analyse des évolutions possibles du territoire européen dans les décennies à venir.

Si cette cohésion du territoire européen doit impérativement passer par l'existence de réseaux de transport, alors, il devient légitime de se demander dans quelle mesure les infrastructures de transport contribuent à la structuration du territoire européen ? Comment le territoire est-il appréhendé dans sa relation avec les réseaux de transport qui l'irriguent ? Ce sont là des questions qui feront l'objet de réflexions et de discussions dans les lignes qui vont suivre.

1.2.2. L'« effet structurant » des transports sur le territoire : un concept, au banc des accusés

Tout comme la distance et l'espace, le territoire est l'un des concepts centraux de la géographie mais aussi l'ethnologie comme le montrent les travaux de Cl. Lévi-Strauss dans son « anthropologie structurale » publiée en 1958. Il ne s'agit pas ici de revenir sur l'éternel débat entre espace et territoire. Il est plutôt question de repositionner dans le cadre de l'organisation des espaces le concept de territoire. Et pour cela, il s'avère nécessaire de faire un rappel des fondamentaux de ce concept.

C'est volontairement que nous ne proposerons pas dans cette section, « UNE » définition d'un « AUTEUR » du concept de territoire, car nous pensons d'une part que ce concept est très ouvert pour se laisser enfermer dans une seule définition, ce qui d'ailleurs pourrait participer à l'appauvrir scientifiquement, et d'autre part qu'il demeure encore difficile pour les géographes de donner une définition univoque à chacune des notions d'espace et de territoire. Cette difficulté vient certainement du fait que nous sommes en présence de notions polysémiques qui restent difficiles à définir (Bailly, 1991). Notre démarche consiste donc à dépasser cette difficulté ainsi que toute définition figée et de proposer, en fonction des fondamentaux qui accompagnent notre problématique (réseaux et territoire), une compréhension du concept de territoire.

Le territoire peut être compris comme un système de lieux organisés selon un certain référentiel/héritage (historique, géographique – situation dans l'espace et relief –, politique, économique, social, etc.). Si tel est le cas, nous pouvons le définir comme étant un système complexe⁴(Moine, 2006) qui combine à la fois la notion d'« espace de vie », dont les trajectoires dépendent d'héritages multiples qui le façonnent et le structurent, et celle d'« espace approprié » par un individu ou groupe d'individus, ce qui dans un sens renvoie à un ensemble de comportements spatialisés. L'horizontal et le vertical, l'espace et le temps s'interpénètrent car les individus et les groupes s'approprient successivement les territoires à des moments différents (Le Berre, 1992). Le territoire est le réceptacle des activités économiques et sociales, mais aussi des réseaux viaires visant à faciliter les relations et les

⁴Le caractère complexe des systèmes spatiaux, ainsi que la notion de complexité sont présentés dans la deuxième partie de cette thèse.

flux qui se tissent au sein d'un même « espace géographique » et entre différents « espaces géographiques ». Il est aussi un espace d'agents ou un espace d'acteurs, ces agents étant des individus qui représentent les sphères économique, politique, sociale et culturelle, prenant des décisions intelligentes et parfois absurdes pour assurer le fonctionnement des territoires. Ce sont donc les articulations et interactions existantes entre tous ces types d'espaces qui font le « TERRITOIRE ». Aussi, c'est à la confluence de tous ces espaces qu'il faut se situer pour déterminer, dans le cadre de la réflexion portant sur la structuration des territoires par les réseaux, ce qui relève du mythe et ce qui relève de la réalité.

NB : Pour François Plassard, c'est Maryvonne Le Berre qui apporte l'une des définitions les plus pertinentes de la notion de territoire qu'elle définit comme *la portion de la surface terrestre appropriée par un groupe social pour assurer sa reproduction et la satisfaction de ses besoins vitaux* (Plassard, 2003).

La question de la structuration des territoires par l'infrastructure de transport amène à parler du concept d'«effets structurants des transports » qui a longtemps été débattu, et ce débat se poursuit Incontestablement, ce paradigme de la causalité entraîne dans son sillage réalités et mythes de nature politique et scientifique. Jean-Marc Offner fait partie de ceux qui se sont penchés très tôt sur la question de la mystification des effets structurants des infrastructures de transport (Offner, 1993). Dans ses différents travaux, le scientifique montre, en s'appuyant sur la richesse et la diversité des enseignements des travaux empiriques et de réflexions théoriques (Marshall, 1920 ; Lösch, 1954 ; Hoover, 1955 ; Haggett and Chorley, 1972 ; Hyghway Research Board, 1971 ; Federal Hyghway Administration, 1976), qu'il demeure encore difficile de démontrer la relation de cause à effet (au sens mécanique du terme) entre infrastructures de transport et structuration du territoire par les transports. Il semblerait donc que, face à la difficulté de faire cette démonstration, les chercheurs tout comme les politiques aient cherché à combler cette faiblesse en mystifiant le concept d'effets structurants. Rappelons d'ailleurs à cette occasion que, selon le dictionnaire, un effet est ce qui est produit par une cause. Tout simplement.

Sur le plan scientifique, nombreux sont les écrits mettant en doute les relations de cause à effet entre réseaux et structuration des territoires. Au premier rang desquels figurent les travaux de François Plassard en 1977, à propos des autoroutes : *La vision simpliste de mécanisme de cause à effet ne peut être conservée dès qu'on étudie les relations entre autoroutes et développement régional (...). Il faut affirmer clairement que de telles déclarations sur les bienfaits des autoroutes, nombreuses chez les hommes politiques, ne reposent sur aucun fondement scientifique (...). L'introduction de la notion de potentialité semble être une des voies efficaces qui permettent ce changement de concept* (Plassard,

1977). Une réflexion voisine est intégrée dans les conclusions des travaux que la DATAR a menés en collaboration avec le LET, l'INRETS, la SNCF, (1986), à propos des effets socio-économiques du TGV en Bourgogne et Rhône-Alpes : *On observe un écart entre les changements importants et quasi immédiats introduits par le TGV dans la mobilité des personnes et la lenteur d'apparition des effets dits « structurants » qui pourraient lui être imputés. Les répercussions du TGV sur les zones desservies ne sont pas automatiques. Aussi, convient-il de s'affranchir de discours qui établirait une relation déterministe* (DATAR et al., 1986 cité par Plassard, 2003) Le troisième exemple est extrait des récits de voyages de 1789 de l'explorateur anglais Arthur Young rapportés par Claude Hamelle en 1985, qui s'émerveille de l'état des routes françaises en parcourant la route royale de Paris à Toulouse : *Elles sont les plus belles d'Europe, les mieux construites, les mieux entretenues, les plus larges. Mais elles sont désespérément vides de trafic, alors que les chemins boueux et malcommodes de l'Angleterre de l'époque sont encombrés de charrois.* N'est-ce pas là l'illustration que ce n'est pas l'infrastructure qui structure le territoire, mais que celle-ci s'inscrit déjà dans un espace structuré (ou en voie de structuration) grâce à un existant préalable ? N'est-ce pas là la preuve qu'il faut cesser d'*isoler* la variable *infrastructure de transport* de son environnement et adopter une démarche *systémique* qui seule peut permettre d'appréhender des dynamismes structurels où s'inscrit inévitablement l'ensemble des projets de territoire (infrastructure de transport, construction d'un complexe sportif, construction d'un centre d'affaires international, etc.) ? Isoler la variable « infrastructure de transport » n'est-ce pas là le risque pour le scientifique de tomber systématiquement dans le piège du *déterminisme technologique* ? Les trois exemples présentés ci-dessus sont assez représentatifs du malaise des scientifiques quand il s'agit de démontrer l'existence d'effets structurants, et donc l'idée d'un quelconque déterminisme technologique sur les territoires desservis par les grandes infrastructures de transport (autoroute, TGV, aéroport) (Offner, 1980, 1993).

Il semble donc que même si la notion d'effet structurant est contestable et qualifiée souvent de « notion sans fondement » qui entraîne des doutes scientifiques, ce paradigme de la causalité qui implique d'ailleurs une vision plus que déterministe des rapports entre réseaux et territoires garde une valeur d'usage très forte dans la communauté scientifique et au sein des pouvoirs publics, surtout ceux en charge de l'aménagement du territoire. Force est de constater que même si ce concept est très critiqué, jusque-ici, aucun autre concept n'a suffisamment convaincu pour le remplacer. De plus, ce concept bénéficie d'un succès certain auprès des élus locaux qui s'en servent pour donner de l'épaisseur à leur rhétorique, et par là même, convaincre la population de disposer d'un TGV ou d'un aéroport afin de dynamiser l'économie. Il suffit d'assister aux débats publics qui précèdent la mise en place d'une infrastructure lourde de transport (conformément à la loi) pour saisir toute la dimension politique de ce concept. L'infrastructure de transport est présentée dans toutes les sphères politiques comme un outil d'aménagement qui apporterait un dynamisme économique à un pays ou à une région. De même, les infrastructures de transport, du train du XIX^e siècle au

TGV du XX^e siècle, demeurent pour les politiques un gage de progrès et de modernité pour les acteurs des territoires et donc un symbole des modes actuels d'aménagement urbain. Aussi, à la place du concept d'effets structurants des infrastructures de transport, ne devrait-on pas plutôt parler *d'effets stimulants* des infrastructures de transport ? C'est le territoire avec ses forces et ses faiblesses, son potentiel et son niveau de dynamisme qui détient les ressources nécessaires en lui pour se structurer. C'est donc à l'intérieur du système qu'il faut rechercher les interactions, les échanges et toutes formes de relation qui favorisent les dynamiques et les transformations spatiales et non pas à partir de l'infrastructure de transport. Dans notre vision, le transport n'est qu'une composante du territoire parmi d'autres, et de ce fait, ne peut pas à lui seul être à la source de sa structuration : *La route, les moyens de transport, ne sont ni le fondement ni les moteurs de l'échange et de la bonne fortune mais au contraire, sur un espace quelconque, quand préexistent des motifs d'échange, des pôles de production, un désir du dehors (...), alors des routes sont frayées, des techniques innovent, des moyens de transport plus ou moins adaptés voient le jour* (Harmelle, 1982). L'idée d'effets stimulants des infrastructures de transport sur le territoire n'est ici qu'une proposition qui rejoindrait l'idée déjà acceptée par la communauté scientifique qui consiste à considérer une nouvelle offre de transport comme un facteur d'accélération et d'amplification de tendances structurelles préexistantes. Toutefois, comme d'autres propositions avant lui, le concept *d'effets stimulants* risque lui aussi de ne pas trouver écho (exemple de la notion de potentialité de Plassard (1977) ou encore de congruence de Offner (1980) à la place de la notion d'effet structurant), car les paradigmes sont difficiles à abandonner tout comme il n'est pas toujours facile de s'affranchir des relations de causes à effets. On en restera ici à la suggestion en attendant que les conclusions de cette recherche en fassent la démonstration.

Si toutes les mises en gardes à l'encontre du mythe qui accompagne le concept d'effets structurants des transports n'ont pas souvent été entendues par la communauté scientifique, c'est certainement au politique que l'on doit encore plus son maintien. Facile à utiliser et à « manipuler », véritable « arme » de communication du fait de la légitimité que lui a octroyé le « scientifique », le concept d'effet structurant est certainement parmi ceux que les acteurs des territoires se sont le plus appropriés en l'intégrant à toutes leurs stratégies de communication dans le cadre de l'aménagement des territoires. Cette notion sert plutôt à convaincre l'opinion publique et à faire accepter un projet (financièrement et politiquement). La preuve en est que les transports plus généralement, et les infrastructures lourdes du type grande vitesse (TGV, aéroport), sont automatiquement considérés par les acteurs politiques comme entraînant de façon systématique le développement économique des territoires. Aussi, les transports sont devenus pour les décideurs une « aubaine » à saisir pour garantir la « structuration » de leurs territoires. Il s'agit plus pour le politique de convaincre que l'infrastructure ne peut qu'avoir des conséquences positives (si le projet est bien mené) que d'apporter la démonstration réelle des effets territoriaux. Il suffit de regarder les études commandées par les décideurs (dans les bureaux d'études, les universités et autres agences

d'urbanisme) pour être présentées lors des débats publics, pour comprendre combien le mythe de « l'effet structurant » participe à légitimer a posteriori l'action des élus.

Du point de vue historique, l'abus du terme « effets structurants » est relativement récent. C'est à la fin du XIX^e siècle et début XX^e avec la naissance de réseaux techniques modernes (tramway par exemple ou encore les télécommunications), que ce concept se présente comme un leitmotiv pour les élus. Des débats sur le tramway ou les métros du XIX^e (Cottureau, 1969 ; Larroque, 1985) aux débats publics sur les autoroutes, les TGV et les tramways du XX^e, les villes, ou plutôt leurs élus, se sont toujours livrés à des « batailles politiques féroces » pour disposer des réseaux les plus modernes (gares TGV, échangeurs autoroutiers, aéroports, etc.) car convaincus que ces infrastructures sont le moyen le plus direct d'assurer un développement économique de leurs territoires. Mais, c'est certainement la conclusion du colloque TGV et aménagement du territoire qui s'est tenu au Creusot en 1990, prononcée par Jean Frébault, alors directeur de l'Urbanisme au ministère de l'équipement en 1989, qui met plus en garde sur le mythe politique des effets structurants des infrastructures de transport: *Il faut faire très attention au mythe des retombées automatiques des TGV, ou des gares TGV, sur une ville, sur son développement économique. On sait qu'il n'y a pas d'effet systématique, s'il n'y a pas de véritable dynamique locale, et il est de la responsabilité des élus et des acteurs économiques de la mettre en place. Le TGV accélère ou amplifie les situations favorables ou défavorables. Il ne les crée pas à partir de rien. La valorisation de l'effet TGV à partir d'une ville ou d'une région dépend très largement de la politique d'offre qui sera mise en place et du dynamisme des acteurs locaux. En clair, s'il n'existe pas de réelle stratégie de développement pour exploiter l'avantage du TGV, non seulement ce dernier ne sera d'aucun secours, mais il risque au contraire de peser comme un handicap. En effet, comme l'on montré de nombreux intervenants, le TGV joue à la fois comme une pompe refoulante et comme une pompe aspirante. Il peut amener des richesses, il peut également contribuer à vider une région de son potentiel de matière grise au profit d'une métropole plus dynamique* (Offner, 1993). Pourtant, ce discours semble ne jamais avoir trouvé une oreille attentive car en 2006, soit seize ans plus tard, on peut lire dans le programme du colloque intitulé « Grande vitesse ferroviaire : quelles retombées pour les collectivités locales ? » organisé à Reims le 8 mars de la même année pour préparer l'arrivée du TGV Est-Européen, un atelier/table ronde intitulé : *La gare, un élément structurant indispensable*. Cet intitulé montre qu'à la présence d'une gare ferroviaire nouvelle est fréquemment associé le mythe d'un développement économique. Pourtant l'effet d'entraînement résultant de la réalisation d'une gare TGV est loin d'être évident (Ollivro, 1995). En introduction du colloque, le mythe des effets structurants est soulevé. En effet, on peut lire dans la synthèse du colloque (page 4) les lignes suivantes : *La présence d'une ligne à grande vitesse est indispensable au développement d'un territoire, mais elle n'est pas suffisante. Comme l'illustrent différents échecs d'aménagement, le mythe des « effets structurants » est dépassé. Tout le monde s'accorde à dire que le TGV est un moyen et non une finalité. Il n'est que ce que l'on en fait* rappelle Fabienne Keller, Maire de Strasbourg. Cette prise de conscience permet de susciter

une réflexion commune et de définir des actions concrètes pour faire du TGV un outil de développement économique et territorial (Reims Métropole, synthèse du colloque du 8 mars 2006). Si le début du discours semble montrer une prise de conscience du mythe, on voit bien à la fin du discours que les acteurs ou autres participants du colloque continuent à considérer le TGV comme un outil de développement économique et territorial, mais sans jamais en apporter la preuve. On peut donc se demander si le mythe est vraiment dépassé, pourquoi continuer à lui accorder un atelier entier lors d'un colloque aussi important (cf. titre de l'atelier : « La gare, un élément structurant indispensable »). C'est clair, le mythe est loin d'être dépassé, il perdure, mais pourquoi ? Au-delà de toutes les raisons qui peuvent être présentées à cette question, il y en a deux qui semblent majeures.

La première raison que nous pouvons avancer est la suivante : il y a mythe parce que le concept d'effet a tout simplement trouvé une légitimité auprès des scientifiques qui pourtant continuent à réfuter l'idée d'effets mécaniques. Aussi, les chercheurs, en acceptant de s'adonner à l'exercice qui consiste à évaluer les effets socio-économiques des TGV sans toujours en apporter la preuve absolue, ne jouent-ils pas le jeu des acteurs ? Si dans un premier temps il semble que c'est le scientifique qui ait donné à l'acteur sa légitimité d'action à travers le mythe de l'effet, tout porte à croire aujourd'hui que c'est l'acteur qui permet au scientifique de justifier l'utilisation continue de ce terme à travers des commandes portant sur des études d'impact.

La deuxième raison est que le mythe perdure parce que jusque-là les études de référence se sont davantage intéressées à l'infrastructure de transport comme objet technique qu'au territoire lui-même, considéré dans ce cas comme simple support au réseau, ce qui peut conduire à nier ses dynamiques structurantes préexistantes. Ce constat nous a amenée à penser autrement et à préconiser dans cette recherche une entrée territoriale, seule manière de détecter le potentiel préexistant des territoires. Ce qui signifie que c'est une entrée par le territoire et non par l'infrastructure qu'il faut privilégier, si on veut démontrer l'apport du TGV sur les territoires, ou en tout cas si l'on veut identifier ses effets stimulants. Dans ce cas, il est important de réfléchir sur la manière dont un territoire devrait être appréhendé dans sa relation au réseau physique. Car, au final, il s'agit bien de cela.

1.2.3. L'« effet déstructurant » des politiques de transports : une réalité visible dont on parle peu

Alors que les « effets structurants » des transports en général, et plus spécifiquement du TGV sont sujets à controverse, les effets qu'ils ont sur la déstructuration des espaces sont incontestables. En effet, en France l'implantation d'une infrastructure à grande vitesse relève d'une stratégie spatiale visant à rapprocher les grandes métropoles françaises de la capitale parisienne en réduisant au minimum la durée des trajets et la fréquence des arrêts, ce qui représente un avantage financier. Or, si cette stratégie comporte certains avantages, en l'occurrence financiers, il n'en demeure pas moins qu'elle contribue aussi à la déstructuration de l'organisation d'un territoire car toute amélioration des réseaux va, dans le premier cas, rapprocher les villes de Paris tout en les éloignant relativement les unes des autres, alors que,

tel-00569939, version 1 - 25 Feb 2011

dans le second cas, le rapprochement de Paris s'accompagnera aussi d'un rapprochement des pôles régionaux entre eux ! *Le bénéfice du TGV, bien que plus ou moins intense, est indispensable pour les grandes villes qu'il relie. Mais, localement, il peut entraîner une dégradation relative ou absolue de l'offre de transport ferroviaire. L'effet d'amélioration du TGV se développe toujours dans l'axe de l'infrastructure et ne concerne que des espaces desservis par les points de connexion. Il ne procure bien sûr aucun avantage aux autres déplacements* (Mathis 1996a). Cette stratégie spatiale s'inspire du modèle jacobin et a comme corollaire le déploiement d'un réseau centre-périphérie visant à établir un rapprochement entre les principales agglomérations de l'hexagone et Paris. Mais paradoxalement, ce modèle tend à diminuer l'autonomie des villes de province au profit de la capitale qui voit ainsi son influence décupler. Ce phénomène s'explique par une volonté des villes de réorganiser leur territoire, principalement parce qu'elles trouvent dans ce rapprochement avec la capitale un intérêt, sans se soucier d'aménager leur territoire en tenant compte des échanges transversaux, plus précisément des échanges de proximité, de manière à valoriser la structuration des espaces. Il en résulte une carence significative des organes décisionnaires à l'échelle nationale ayant pour objectif de garantir l'équilibre spatial, ainsi que cela s'observe en Italie (Milan, Turin, Gênes), en Suisse (Genève, Bâle, Zurich, Lausanne), en Allemagne (Berlin, Munich, Stuttgart), etc. Les effets du réseau de type centre-périphérie se font davantage sentir d'autant plus que de nombreuses régions ne bénéficient que de réseaux secondaires ferroviaires ou routiers quelque peu négligés, au profit des liaisons TGV.

La politique commerciale qui accompagne l'infrastructure grande vitesse en générale est un autre facteur qui s'est greffé à la stratégie spatiale, et qui a contribué dans une certaine mesure au processus de déstructuration spatiale. En effet, l'infrastructure à grande vitesse est aussi un argument de poids pour faire valoir le potentiel technologique français dans le domaine du transport ferroviaire. C'est pourquoi les acteurs locaux ne sont pas en mesure de s'opposer fermement à cette logique économique qui se désintéresse totalement des territoires. De ce fait, la SNCF, attirée par les enjeux financiers, peut avoir les coudées franches et elle verra là une occasion – invoquant l'intérêt national au détriment de l'intérêt des régions ou des départements (cf. article 127 de la loi SRU) – de supprimer certaines dessertes secondaires, parce que déficitaires par rapport au TGV. Cette logique commerciale alarme les élus locaux à l'occasion des différents débats publics relatifs au TGV. Tel a d'ailleurs été le cas des élus du Conseil régional de Champagne-Ardenne qui ont fait part de leurs préoccupations face à l'implantation de la LGV-Est européenne en ces termes : *Le Conseil régional s'inquiète d'une suppression possible des dessertes de la ligne Paris-Bâle, qui dessert la champagne méridionale (Troyes et Chaumont). Dans ce contexte, le TGV est considéré comme un facteur qui va aggraver le déséquilibre entre, le département de la Marne, et trois autres départements (Ardennes, Aube, Haute-Marne) qui connaissent de graves difficultés socio-économiques* (Bazin et al., 2006). Aujourd'hui, en 2010, il ne s'agit pas seulement de dessertes de lignes régionales mais aussi de dessertes de lignes TGV qui ne

seraient plus jugées rentables par l'entreprise nationale la SNCF. Ainsi on pouvait lire dans les lignes du quotidien « Les Échos » du lundi 18 janvier 2010, ce titre plus qu'évocateur : *La SNCF pourrait supprimer ou fortement réduire l'offre de certaines lignes de TGV, par exemple sur Paris-Arras, Lille-Strasbourg ou Nantes-Strasbourg. En cause : l'absence de rentabilité de ces lignes.* Des propos démentis par la SNCF qui pour sa défense a expliqué que : *Dans le cadre des réflexions en cours sur le modèle économique des TGV à plus long terme, des travaux plus poussés d'évolution de l'offre TGV sont engagés.* Les suppressions de ligne engendrent des tensions entre la SNCF et les régions qui ont en charge les transports collectifs (résultat de la décentralisation) et renseignent sur la prise de conscience des élus locaux sur les effets négatifs de ce type de politique. Pour illustrer nos propos, on peut citer l'exemple du Conseil régional PACA qui, en 2009, pénalise la SNCF de plus de 9 millions d'euros pour cause de suppressions de Trains Express Régionaux (TER) en 2005 et 2006 et pour la somme de 15 millions d'euros pour les suppressions en 2007 et 2008 (Conseil régional réuni en assemblée plénière du vendredi 10 juillet 2009, site officiel de l'AFP, 2009). Le vice-président du conseil régional et délégué aux transports Gérard Piel fait un commentaire des plus virulents : *On subit un fonctionnement de la SNCF qui est déplorable, avec une pénurie de moyens mis en oeuvre, qu'il s'agisse du nombre des agents de conduite ou de l'entretien. 8 200 trains ont été supprimés de janvier à juin 2009 sur les 700 TER circulant en moyenne chaque jour en Paca.* Et pour le Président de la région PACA, Michel Vauzelle, *3 milliards d'euros avaient été dépensés pour les TER depuis dix ans* (le budget 2009 est de 220 millions) et que *la réponse de la SNCF laissait à désirer au vu de la colère des usagers.* (Propos recueillis par l'AFP, 2009). Faut-il mettre en relation la disparition de ces trains avec l'arrivée de la LGV Méditerranée en 2001 dans la région PACA ? Rien n'est plus sûr. Ce qui peut être affirmé en revanche c'est que les suppressions de trains ont crû après l'arrivée de la grande vitesse et que beaucoup d'associations de la région (Gir-Maralpin, STOP TGV Coudon, etc.) dénoncent cette défaillance de la SNCF et craignent que l'arrivée prochaine de la LGV PACA ne favorise la suppression de trains Corail, trains de nuit et autres lignes jugées moins rentables que le TGV. Pour l'essentiel ces associations militent pour la préservation des capacités des réseaux TER (www.gir-maralpin.org, séminaire du jeudi 26 mars 2009 à Nice). La région PACA est loin d'être un cas isolé, l'avenir de la liaison Paris-Bâle est également questionné. Récemment, les cheminots (avec leur syndicat) ont déposé une pétition contre la suppression en 2011 de 4 dessertes. En effet, de 6 allers-retours en train Corail par jour entre les deux villes, la SNCF prévoit de passer à 2 allers-retours par jour. L'argument de l'entreprise a le mérite d'être invariant : *investir sur les lignes les plus rentables.*

En 1995, Philippe Mathis évoquait déjà cette problématique de suppression de lignes en s'appuyant sur les déplacements perpendiculaires à la ligne Paris-Le Mans-Rennes-Nantes qui se sont trouvés dévalorisés en comparaison des relations directes entre capitales régionales et nationales. De ce fait, tout se passe comme si les déplacements autres que ceux qui

empruntent les axes à grande vitesse se trouvaient relativement déclassés avec l'apparition des TGV, voire pénalisés par des diminutions de fréquences ou de fermetures de lignes locales de rabattement. Il en a résulté des conséquences à l'ouest et dans le sud-ouest. À l'ouest, il y a eu un rapprochement de Nantes et Rennes avec Paris. Ceci a eu une double conséquence : (1) une croissance de l'attraction que Paris exerce sur ces grandes villes de l'ouest surtout au niveau supérieur de leur fonction et (2) une perte d'influence de Nantes et Rennes sur les villes de niveau inférieur du fait de l'éloignement relatif entre ces grandes villes et les villes de niveau inférieur. Philippe Mathis reprend l'image de l'effet éventail pour illustrer ce phénomène. *C'est comme si les branches de l'éventail se raccourcissaient et s'écartaient de manière à conserver au minimum la distance existant entre les branches* (Mathis, 1996a). Cet effet a pour conséquence d'affaiblir les relations de l'Arc Atlantique, donc les relations transversales, et de renforcer les relations centre-périphérie (Paris et grandes villes de Province) qui profitent pleinement à la capitale qui de ce fait mettent à profit tous les potentiels socio-spatiaux et économiques de ces territoires. Dans le sud-ouest, il a été noté une situation différente de l'ouest du fait de l'orientation de l'axe à grande vitesse qui est pratiquement parallèle à la côte caractérisée par une armature urbaine Nord-Sud et linéaire, ce qui a eu pour avantage de faire profiter des gains d'accessibilité aux villes de niveau inférieur/villes intermédiaires situées à proximité de la ligne, même si le plus grand bénéficiaire est retiré par les plus grandes villes situées sur le réseau (Paris -Bordeaux). Toutefois, l'auteur souligne bien que malgré une accessibilité qui profite au plus grand nombre, hormis l'axe grande vitesse ferroviaire, on assiste à une dégradation des dessertes par transport collectif en sites propres. On le voit, ces deux exemples montrent que la structure du territoire est fondamentale pour maximiser ou favoriser les effets du TGV sur la restructuration des territoires. Cela doit interpeller les décideurs sur le fait que c'est la structure du territoire qui guide l'aménagement et non l'infrastructure.

1.3. De la nécessité d'intégrer toutes les dimensions du territoire dans la relation territoire-réseaux.

1.3.1. Nécessité d'interactions et /ou de coopérations entre acteurs du territoire

Les acteurs structurent par leurs décisions, les territoires dont ils ont la charge. Ils décident de la nécessité ou pas de l'inscription d'une nouvelle infrastructure de transport (aéroport, gare TGV, autoroute) dans leur milieu. Aujourd'hui, la multiplicité des compétences (Europe, Etat, Région, Communes, Intercommunalité, Agglomération...) a donné naissance à l'imbrication de différents niveaux de décision, augmentant ainsi le nombre d'acteurs et catalysant de fortes externalités positives et négatives au niveau des territoires. Externalités positives du fait de la nécessité de connecter des réseaux de transport de même niveau ou de niveau différent et d'assurer ainsi une organisation spatiale équilibrée. Externalités négatives parce que la multiplicité des acteurs engendre des confrontations. Ces confrontations sont illustrées par des divergences d'intérêt entre acteurs de différents niveaux (acteurs locaux contre un acteur de niveau supérieur tel que l'Etat ou l'Europe), allant jusqu'à

paralyser la réalisation de projets d'envergure pourtant jugés d'utilité publique par une compétence de niveau supérieur (l'Etat ou l'Europe). C'est par exemple le cas du projet Lyon-Turin (Lyon Turin Ferroviaire, 2003; Giogi et Schmidt, 2005 ; Sutto, 2009) qui est approuvé à l'échelle gouvernementale (France et Italie) et européenne, instances qui le considèrent comme un projet essentiel pour l'économie des deux pays concernés (France et Italie) mais qui est pourtant rejeté par les populations locales qui voient en ce projet, une source de nuisance et un danger pour l'environnement. Aussi, les interactions et coopérations entre différents acteurs sont nécessaires pour ce qui relève des financements destinés à subventionner de grands projets de transport notamment, car il devient en effet impossible que l'Etat garantisse à lui seul de pouvoir mobiliser les fonds nécessaires à la réalisation de ce type de projet. En France, par exemple, les régions et les collectivités territoriales doivent contribuer au financement des projets de transport. En Italie, le pouvoir politique et économique des régions est indépendant, ce qui explique pourquoi les planifications territoriales sont d'abord l'affaire des régions avant d'être celle de l'Etat. Ici, contrairement en France, les régions bénéficient d'une totale autonomie (politique, juridique et financière) pour aménager leur territoire comme elles le souhaitent.

1.3.2. L'accessibilité des territoires ou « l'accompagnement par les réseaux physiques du développement économique et social »

Parce qu'il existe différents modes de transports (maritime, aérien, ferroviaire, routier et autoroutier, cyclable), on dénombre aussi plusieurs formes d'accessibilité : accessibilités d'un territoire par voie ferroviaire, routière et autoroutière, aérienne et maritime. Un territoire peut ainsi être hautement accessible par voie aérienne et dans le même temps être confronté à une accessibilité médiocre au niveau ferroviaire, soit parce qu'aucune gare n'a été implantée, soit parce que la fréquence est tout simplement faible (exemple, un territoire desservi par 2 trains par jour ne dispose pas du même niveau d'accessibilité qu'un territoire desservi par 30 trains par jour). Dans tous les cas, plus l'accessibilité est diversifiée sur un territoire (on entend par là accessibilité aérienne, ferroviaire, maritime et routière), plus le territoire aura des chances de bénéficier d'effets d'entraînement du développement de ses réseaux de transport. Nous pouvons citer l'exemple de deux grandes agglomérations, Paris et Lille, qui semblent sans cesse renforcer leur dynamisme et leur attractivité du fait des marchés qu'elles atteignent et attirent plus facilement qu'un territoire de province moins accessible en termes de grande vitesse (autoroutes, lignes TGV, aéroports). Si l'on considère les deux cas examinés ici, il est évident qu'une bonne accessibilité facilite d'une part la création et l'accès aux activités économiques (zones industrielles et/ou commerciales autour des gares TGV notamment) et d'autre part, permet des interrelations et interconnexions entre différents lieux de production et/ou de distribution (transport de marchandises par voie routière et ferroviaire par exemple). On comprend mieux pourquoi l'accès aux réseaux rapides de communication (TGV, aéroport et autoroute) de niveaux national et international est perçu par tout type de

décideurs comme une condition nécessaire pour assurer le développement local d'un territoire, si l'on se réfère au communiqué du commissaire au Plan qui, en 1992, énonce en ces termes : *la politique du souhaitable ne peut être que celle d'une recherche de l'équité spatiale, consistant à donner des chances comparables de développement à chacun des territoires urbains ou régionaux en résorbant du mieux possible leur déficit d'accessibilité. Au pire, ils bénéficieront d'une qualité d'offre qui ne lésera pas les usagers du transport ; au mieux, cette situation sera mise à profit pour favoriser un nouvel essor économique* (Commissaire au Plan, 1992, p. 331 cité par Chapelon, 1998). Le critère d'accessibilité semble donc être au cœur du développement et de l'attractivité des territoires. L'article 17 de la loi n° 95-115 du 4 février 1995 d'orientation pour l'aménagement et le développement du territoire stipule d'ailleurs qu'à l'horizon 2015, *aucune partie du territoire français métropolitain continental ne sera située à plus de cinquante kilomètres ou de quarante-cinq minutes d'automobile soit d'une autoroute ou d'une route express à deux fois deux voies en continuité avec le réseau national, soit d'une gare desservie par le réseau ferroviaire à grande vitesse*⁵ (cité par Chapelon, 1998). Cette politique volontariste explique pourquoi en 2009, le réseau français à grande vitesse compte 1884 km de lignes à grande vitesse sur un total de 29 473 km de voie ferrée. A l'horizon 2020, le nombre de lignes à grande vitesse devrait atteindre 4064 km sur un total de 31 884 km de lignes de voie ferrée (Le monde magazine, n°7, supplémentaire au monde n° 20145 du samedi 31 octobre 2009, p. 14).

1.3.3. L'intermodalité : Système d'interconnexion entre types d'infrastructure de transport

L'intermodalité peut être définie simplement comme l'analyse de l'articulation des offres de transport (TGV, TER, routes, autoroutes, etc.) et l'organisation des correspondances dans les gares ou les aéroports. Les territoires n'étant pas desservis de manière homogène, l'intermodalité est ce système qui permet par exemple de diffuser localement les effets positifs de l'infrastructure grande vitesse (TGV, aéroport) sur des territoires jusque-là à l'écart du TGV. Toutefois, pour que l'intermodalité soit une *réussite*, elle doit intégrer trois conditions majeures : le rapprochement physique des modes de transport, la complémentarité entre différents moyens de locomotion et une localisation stratégique des infrastructures de transport dans le système urbain (Chapelon et Bozzani, 2003).

1.3.3.1. Le rapprochement physique des modes de transport

La grande vitesse ferroviaire a fait naître de nouvelles échelles de distance favorisant ainsi l'éclatement des lieux. Ce phénomène induit « l'effet tunnel » qui s'explique par l'isolement relatif de certains lieux traversés par la grande vitesse ferroviaire mais qui ne bénéficient pas des avantages que présente cette infrastructure (Cauvin, 1984 ; Bavoux et Charrier, 1994 ; L'Hostis, 1997). Avec le rapprochement physique des modes de transport,

⁵Article 17 de la loi n°95-115 du 4 février 1995 d'orientation pour l'aménagement et le développement du territoire (Paris : journal officiel de la république Française, 5 février 1995)

autrement dit en associant l'infrastructure grande vitesse aux réseaux de transport existants, cet éclatement peut être minimisé garantissant ainsi le désenclavement de lieux jusque-là isolés et l'intégration au réseau de transport. Toutefois, pour être effectif, ce raccordement nécessite une politique volontariste car ce sont les acteurs qui décident en « temps voulu » de rattacher les réseaux principaux (TGV/aéroport...) aux réseaux secondaires (TER, bus, taxi, tramway, train...) assurant ainsi l'intermodalité et l'accessibilité des territoires les moins bien desservis.

1.3.3.2. Complémentarité entre les modes de transport : l'intermodalité air/fer, une question actuelle

Dans un contexte de saturation croissante des aéroports, et en raison de la rude concurrence qui subsiste entre plateformes européennes, la synergie entre l'avion et le train à grande vitesse est un enjeu majeur pour les territoires qui disposent d'un aéroport de dimension internationale, surtout pour l'acheminement des liaisons courts et moyens courriers. Pour exemple, aujourd'hui, les trains à grande vitesse accaparent 90% des parts de marchés sur les trajets de moins de trois heures⁶, (Le monde diplomatique, novembre 2009, page 21). Dans ce contexte, la plateforme aéroportuaire de Roissy Charles de Gaulle est citée parmi les exemples de réussite en termes de coopération entre le mode aérien et le mode TGV. En effet, grâce au jeu des correspondances TGV/Air qui a pour intérêt d'accroître le potentiel intermodal⁷, la plateforme de Roissy (inauguration de la gare TGV dans l'aéroport de Roissy) bénéficie depuis 1994 d'un franc succès, à la fois en termes de fréquentation et de développement de services intermodaux (Avion+TGV, TGV+RER, TGV+bus, TGV+taxi).

Toutefois, la complémentarité entre mode de transport n'est pas toujours garante d'une réussite intermodale car, à l'opposé de Roissy, Lyon Saint Exupéry, dont la gare TGV au sein de l'aéroport a été inaugurée la même année (1994), enregistre en termes d'intermodalité, un succès plutôt mitigé car ici, plus qu'ailleurs, le TGV et l'avion semblent en réalité se croiser plutôt que s'interconnecter. Le cas de Lyon Saint Exupéry (Chi et Crozet, 2004 ; Thompson, 1995) nous montre qu'il ne suffit pas de localiser une gare TGV au sein ou à proximité d'un aéroport, pour accéder à une réussite intermodale. D'autres éléments sont à prendre en compte. Il s'agit en premier lieu du *volume de trafic en jeu* (cf. tableau 1).

En effet, la gare TGV de Roissy accueille plus de 2,4 millions de passagers dont 2/3 sont en correspondance air/fer ; alors que la gare de Lyon saint Exupéry accueille quant à elle moins de 0,3 millions de passagers par an dont seulement 10% de bimodaux. Ces informations illustrent la faible intermodalité à Lyon. En second lieu, nous pouvons évoquer *la nature des vols* compte tenu du fait que ce sont les vols intercontinentaux et longs courriers qui garantissent pour l'essentiel le potentiel de clients intermodaux en liaison avec le TGV.

⁶ Le monde diplomatique novembre 2009, p. 21.

⁷ « Le potentiel intermodal ne peut être exploité que par la mise en place d'un nombre de dessertes important et la création de dessertes devant répondre à des impératifs de rentabilité (nombre de clients minimum par desserte) » (Chi et Crozet, 2004).

Or, l'aéroport de Lyon ne dispose pas du même rayonnement international que celui de Roissy ou Nice et les vols longs courriers y sont encore faibles. Enfin, on peut mentionner deux derniers facteurs intimement liés. Il s'agit de *l'accessibilité* et la *configuration du réseau*, tous deux constituant des facteurs déterminants pour une intermodalité efficace (Chi et Crozet, 2004). La configuration en hub qu'offre la plateforme de l'aéroport de Roissy, lui permet de bénéficier contrairement à celui de Lyon desdits facteurs dans le cadre d'une réussite intermodale. Cet avantage par ailleurs explique pourquoi, pour une même ambition affichée au départ (1994) les résultats en termes d'intermodalité sont contrastés entre Paris et Lyon. Le premier étant le « hub » par excellence et le second qui semble être condamnés à se résoudre à un statut de carrefour de dimension régionale et nationale (Citrinot, 2002). Ces deux cas de figure (Roissy et Lyon), a priori comparables mais fondamentalement différents, illustrent bien le fait que, de la localisation de l'infrastructure de transport dans l'espace et de son interconnexion avec d'autres modes de communication en place, dépendra l'épaisseur de la fréquentation du trafic et indirectement donc, du succès intermodal.

Tableau 1 : Comparaison des fréquentations de deux aéroports⁸

	Roissy TGV	Lyon Saint Exupéry TGV
Fréquentation annuelle de la gare	2,4 millions	0,284 million
Fréquentation quotidienne moyenne (trafic annuel)	≈ 6 600	≈ 800
Part des voyageurs bimodaux dans la fréquentation de la gare TGV	67%	10%
Nb. moyen de passagers bimodaux quotidiens (trafic annuel)	≈ 4 400	≈ 80
Trafic aérien de l'aéroport hors transit	32,6 millions	5,1 millions
Part de l'intermodalité TGV/Air dans le trafic aérien hors transit	4,9%	0,55%

Source : DRE/SNCF : trafic des gares en 2002

1.3.3.3. La localisation stratégique des infrastructures de transport dans le système urbain

La localisation stratégique des infrastructures de transport dans l'espace est l'une des dernières conditions, mais pas des moindres, pour atteindre un succès intermodal. Aussi, dans le cadre de l'aménagement des territoires, la localisation des *objets géographiques identifiables* à l'image des gares TGV ou encore des aéroports, est la traduction spatiale des intentions des acteurs sur l'avenir de leur territoire, avec cette volonté particulière de faire de ces objets, un facteur de développement local. Prenant appui sur la localisation des gares TGV en France depuis une vingtaine d'années, on peut aisément en conclure qu'une localisation

⁸Selon la SNCF/DRE (2002), le trafic bimodal à Lyon reste très faible par rapport à Roissy. A Roissy, TGV, 2 usagers sur 3 proviennent de l'avion pendant qu'un seul sur 10 est bimodal à Lyon.

réussie est d'abord perçue comme celle participant au rayonnement et à l'attractivité d'un territoire (exemple : Euralille ou encore de la gare TGV de Roissy Charles De Gaulle). En revanche, la localisation d'une gare TGV apparaît comme étant moins bien réussie quant en termes d'image, d'attractivité/rayonnement et de rentabilité socio-économique, la gare TGV ne correspond pas aux attentes de l'ensemble des acteurs et de la population. C'est le cas de gares TGV écartées du tracé de la ligne et mal intégrées au réseau de transport régional comme celui du Creusot et de Mâcon. Ces deux gares sont devenues le symbole de *ce qui ne doit pas être reproduit* en matière de localisation, non pas du fait qu'elles sont en périphérie urbaine, mais plutôt, parce que leur fonctionnement semble être éloigné des réalités et autres attentes locales (Troin, 1995 ; Manonne, 1995). D'où l'importance aujourd'hui pour les acteurs de premier rang (Etat, Région, SNCF, RFF et collectivité territoriales, etc.) de repenser les plans de localisation des gares TGV en fonction des potentiels d'échanges multimodaux de chaque espace. C'est le cas de la gare de Marseille-Saint Charles où, à l'occasion de l'arrivée de la LGV Méditerranée en 2001, les autorités locales ont aménagé un parking de plus de 380 places, une gare routière entièrement nouvelle desservie par le métro, autant d'implantations qui viennent renforcer les dessertes urbaines comme intra-urbaines et constituent ainsi un véritable pôle d'échange multimodal (Facchinetti-Mannone, 2005). Cet exemple vient corroborer l'assertion selon laquelle une « localisation optimale » des infrastructures de transport représente pour les territoires une source de « valeur ajoutée ». Cependant, comme l'ont démontré les exemples de Roissy et de Lyon Saint Exupéry, une localisation stratégique (optimale) implique avant tout une bonne accessibilité permettant d'assurer le mieux possible la fonction de correspondance des gares, la fonction d'irrigation de différents niveaux spatiaux et par là même, la facilitation de la mobilité des biens et services dans l'espace géographique.

1.3.4. La mobilité un phénomène bien évolutif !

Depuis plus d'une vingtaine d'années, on assiste à un foisonnement de recherches portant sur *les analyses de la mobilité* (Andan, *et al.*, 1988 ; Newman *et al* 1995 , Newman et Kenworthy, 1996 ; Mokhtarian et Salomon, 2001; Dupuy, 1975, 1995 ; Wiel, 1999; May *et al.*, 2008, etc.). Cette liste est loin d'être exhaustive mais elle indique déjà l'intérêt que portent les chercheurs à la thématique de la mobilité.

Mais soulignons le d'entrée, l'objectif de cette section n'est pas de discuter des analyses de la mobilité mais plutôt de mettre en évidence le fait que la mobilité puisse être considérée comme « le résultat social » des interactions entre territoires et réseaux de transport. Il y a différentes formes de mobilité, la mobilité quotidienne qui fait référence au déplacement pendulaire généralement effectué dans une journée entre deux points de l'espace géographique chacun représentant une origine ou une destination ; et la mobilité résidentielle qui fait référence au changement de résidence (zone d'habitat) pour se rapprocher par exemple de son lieu de trafic ; et la mobilité récréative qui fait appel aux loisirs et au tourisme en général. Quelle que soit la mobilité, elle a toujours un motif (la raison du déplacement) et

un mode (la façon de se déplacer). Mais, quelle définition les experts de la question donnent-ils à la mobilité ? Pour Patrick Bonnel (Bonnel, 2004), la définition de la mobilité a bien évolué. Nous allons donc dans un premier temps visiter les contours de cette évolution.

1.3.4.1. La mobilité, « une définition qui s'est enrichie au cours du temps »

Du point de vue historique, la définition de la mobilité se limite dans un premier temps au nombre de véhicules qui circulent sur un axe isolé. Plus tard, dans une deuxième phase, elle s'est étendue à l'ensemble du réseau de transport pour représenter par la suite l'ensemble des origines et destinations qui s'effectuent à différents points des réseaux de transport et de l'espace géographique. Avec l'avènement de la modélisation spatiale, cette dernière définition est formalisée grâce à des modèles/analyses de trafics (Dupuy, 1975) ou des modèles/analyses de choix des usagers entre itinéraires concurrents (Stopher, 2004 ; Ségonne, 1998 ; Swait, 2001). Un des modèles de trafics les plus connus dans les années 1990 est le modèle *M.A.T.I.S.S.E.* (Morellet et Marchal, 1995). Aujourd'hui, les modèles sont plus performants grâce au développement des systèmes géographiques et surtout de la richesse des bases de données du type enquêtes-ménages qui retracent et des origines et des destinations à partir d'un mode de transport donné (route, fer, avion). Progressivement, dans le domaine de la mobilité, les priorités changent. En effet, si *l'unité d'observation* a longtemps été le véhicule, elle est passée progressivement du véhicule à l'individu devenu la nouvelle *unité d'observation*. Dans ce cas, la mobilité définie correspond au « nombre de déplacements réalisés par une personne au cours d'une journée » (Bonnel, 2004, page 67). Cette unité d'observation a continué à évoluer et ne se contente plus de considérer seulement l'individu mais l'individu et les activités, autrement dit l'insertion de l'individu dans *l'ensemble du schéma d'activités* réalisées au cours de la journée. Dans ce cas précis, la mobilité est définie comme « un cheminement dans le temps et dans l'espace permettant de réaliser des activités inscrites dans ce temps et dans cet espace. La mobilité n'est plus alors seulement repérée par des déplacements. On est également passé d'un individu considéré isolément à un individu situé dans son entourage (familial, professionnel...). » (Bonnel, 2004, page 68). La figure 1.1 qui représente le diagramme espace-temps de la mobilité quotidienne visualise parfaitement cette dernière définition.

Aujourd'hui, les analyses de la mobilité se concentrent de plus en plus sur le comportement de mobilité des individus, donnant ainsi naissance à de nombreux modèles destinés à considérer l'individu comme un agent spatial. Le développement des outils que sont le « Système Multi-Agents » dans l'espace géographique (SMA) va être la structure de base de nombreux modèles destinés à analyser le comportement de mobilité des individus dans l'espace urbain (Bonnefoy *et al.*, 2001 ; Benenson *et al.*, 2005 ; Banister, 2008 ; etc.). On vient de le voir, la définition de la mobilité a évolué avec le temps mais aussi en fonction d'une évolution à mettre en relation avec celle des sociétés postmodernes. La section suivante s'emploie à montrer la manière dont cette évolution a pris forme.

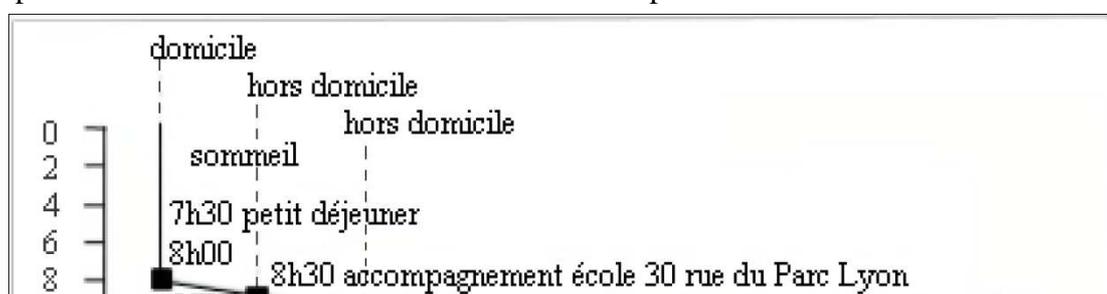


Figure 1.1. : Diagramme espace-temps de recueil de la mobilité quotidienne

Source : Bonnel, 2004

1.3.4.2. Indicateurs pour l'interprétation des évolutions de la mobilité

Le phénomène de mobilité obéit à une logique propre à tout phénomène, celle de l'évolution. Les changements qui ont marqué le système des mobilités sont à la mesure des mutations de la société moderne avec ce que cela comporte en matière de modes de déplacement et qui est à associer à un système de transport en constante évolution (Ollivro, 2002). Les travaux de Marc Wiel (1999), se réfèrent à ces évolutions. Sans en faire une analyse détaillée, nous avons précédemment évoqué dans ses grandes lignes la question de la mobilité, afin de retracer les observations et les conclusions auxquelles sont parvenus les spécialistes de la question, à travers leurs différents travaux. Nous sommes appuyée sur les récents travaux de Patrick Bonnel pour apporter une brève mais nécessaire description des paramètres/variables principaux de l'évolution de la mobilité.

Le premier paramètre à considérer dans le graphique est ***la mobilité tous modes***, qui est le fruit d'enquêtes sur les habitudes de déplacement (cf. figure 1.2 « mobilité tous modes » en haut et à droite de la figure). Il en ressort que le nombre de déplacements quotidiens par personne est resté inchangé depuis 1975 (entre 3 et 4 déplacements par jour et par individu). Au regard de cette figure, on peut donc s'interroger sur le bien-fondé d'une croissance de la mobilité depuis deux décennies que certains invoquent. Il n'en demeure pas moins que, exception faite de Paris et de Lyon, le graphique démontre sans ambiguïté que la tendance

n'est pas à la croissance. En revanche, la figure montre que pour chaque agglomération, il y a des différences et des contradictions en ce qui concerne l'évolution de la mobilité. Les critères qui déterminent cette propension à l'inertie de la croissance de la mobilité entre 1975 et 1995 sont les suivants :

- *développement de la journée continue qui supprime des déplacements le midi pour les personnes déjeunant sur leur lieu de travail ;*
- *vieillesse de la population, les personnes âgées se déplacent moins que les plus jeunes⁹.*
- *développement de grandes surfaces, qui réduit les déplacements nécessaires aux achats de proximité. De plus, ces achats sont souvent effectués en fin de semaine et ne sont donc pas pris en compte dans les statistiques présentées ;*
- *développement du travail féminin qui accroît le nombre de déplacements réalisés par les femmes¹⁰.*
- *développement du temps libre qui peut conduire à réaliser davantage d'activités hors de chez soi, mais aussi à domicile.*
- *Spécialisation des espaces, qui peut conduire à accroître le nombre de déplacements pour réaliser autant d'activités ;*
- *développement du télétravail, téléachat et plus généralement des nouvelles technologies de communication qui pourraient conduire à diminuer la mobilité pour les motifs correspondants, mais pas forcément la mobilité totale.*
- *motorisation qui offre une plus grande facilité de déplacement et peut accroître la mobilité.*

Or, cette première variable où tous les modes sont pris en compte indistinctement présente certaines lacunes et peut être sujet à caution. Par conséquent, on peut s'interroger sur l'efficacité de ce procédé pour obtenir une analyse objective du processus évolutionnel. Par ailleurs, on se demande quelle est la part d'influence que les conditions, les méthodes et le traitement de la collecte des données sous forme d'enquête, ont pu exercer sur les résultats. Conscient de ces aléas, P. Bonnel propose de considérer à la place de la variable mobilité tous modes, une autre variable jugée plus adéquate, **la distance en km parcourue par personne et par jour** (cf. figure 1.2. le graphique « Km par personne et par jour » en bas à gauche), afin de s'orienter vers une démarche de développement durable, car celui-ci est au cœur des préoccupations environnementales des aménageurs.

Les composantes de la seconde variable utilisée, **la croissance de l'usage de la Voiture particulière (VP)**, démontrent qu'il y a une croissance frôlant les 40 % entre 1975 et 1995. On peut noter que plus une ville est importante, plus le nombre de déplacements augmente de façon significative, à l'exception de la ville de Marseille¹¹ (cf. figure 1.2. le graphique « mobilité voiture particulière » au centre de la figure à droite). P. Bonnel énonce

⁹ Bonnel insiste sur le fait que ce type de donnée sont à considérer avec prudence. Une autre interprétation pourrait privilégier un effet d'âge ou un effet de génération conduisant alors à d'autres conclusions.

¹⁰ Bonnel va plus loin et indique que le développement du chômage a plutôt un effet inverse, tout comme un abaissement de l'âge de la retraite.

¹¹ L'étude (Bonnel, 2004) explique le cas de Marseille du fait d'une grande congestion ou de l'importance des transports en communs ou encore de la proximité relative des activités économiques. Mais en réalité les facteurs sont multiples. Et la taille des villes à l'époque de l'étude semble jouer un rôle déterminant sur la croissance de l'automobile

les mêmes facteurs, déjà définis en 1999 par Marc Wiel, qui influent sur la croissance de ce mode de locomotion (Bonnell, 2004, p. 72) :

- le développement de la motorisation ;
- le développement des infrastructures routières et de l'offre de stationnement tant privé que public dans la plupart des agglomérations ;
- l'étalement urbain de l'habitat et des activités (emploi, centres commerciaux), peu compatible avec une mobilité non automobile (la bi-motorisation est souvent généralisée dans les espaces urbains) ;
- la souplesse qu'offre l'automobile dans la réalisation des schémas d'activités assez tendus ;
- l'évolution de l'organisation du travail avec des horaires plus variables peu favorable aux transports collectifs ;
- développement du travail féminin qui s'accompagne souvent d'une motorisation des femmes ;
- en revanche, le développement de l'offre de transports collectifs pourrait contribuer à une évolution inverse¹².

L'accroissement modéré des Transports Collectifs (TC) (TC) est la troisième variable étudiée, et on peut d'ores et déjà constater que ce paramètre ne présente pas les mêmes caractéristiques que celles de la voiture individuelle. Les résultats démontrent là aussi que la taille des villes a un impact sur l'utilisation des transports en commun, laquelle reste néanmoins inférieure par rapport à l'usage de la voiture. Il est cependant évident que les déplacements en TC augmentent si la ville est importante. De nombreux facteurs peuvent entrer en compte dans ce phénomène, entre autres les suivants :

- La croissance de l'offre TC ;
- Les mesures mises en œuvre par les villes pour la circulation automobile et le stationnement ;
- Les qualité et quantité de l'offre

La quatrième variable examinée est **la diminution de la marche à pied** (cf. figure 1.2. le graphique « mobilité marche à pied », au centre de la figure à gauche). Les résultats du graphique révèlent que la marche à pied est un mode de déplacement qui ne peut rivaliser avec ses concurrents. La chute est significative dans les deux grandes villes, Paris et Lyon, où la marche à pied se stabilise à la fin des années 1990, tandis qu'elle va dégringoler dans le même temps à Marseille et à Grenoble. Manifestement, le peu d'intérêt que suscite la marche à pied a un rapport avec l'engouement pour les moyens de déplacement précédemment cités.

Le cinquième mode de déplacement, les deux-roues (cf. figure 1.2. le graphique « mobilité deux-roues ») est à rapprocher de la marche à pied. Son utilisation est en chute libre entre 1975 et 1995, mis à part à Grenoble. Si le mode deux-roues a subi une telle

¹²Toutefois comme le dit Bonnell, les autres facteurs sont suffisamment puissants que ces facteurs ne seront pas suffisants pour renverser la tendance.

décroissance c'est probablement parce qu'il reste peu adapté à une mobilité quotidienne et qu'il est encore considéré comme un équipement de loisir ou sportif, d'où un usage ponctuel. Par ailleurs, le niveau de rejet du CO₂ des deux-roues motorisés reste plus élevé que celui des voitures, toujours est-il que ce moyen de locomotion peut s'avérer être une solution de rechange non négligeable à l'engorgement des axes routiers (Bonnell, 2004).

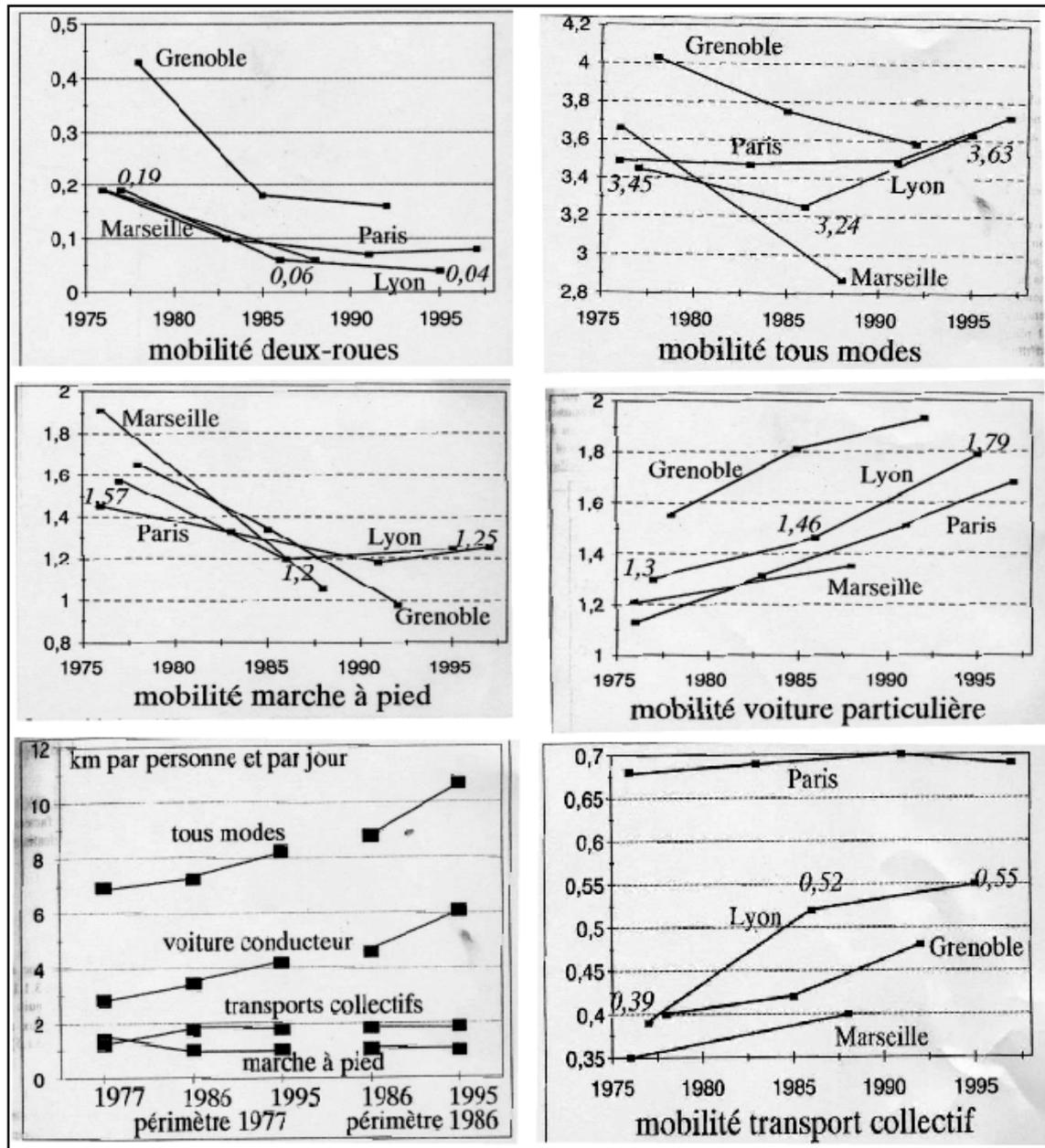


Figure 1.2. : Les différentes formes de mobilité

Source : Bonnell, 2004

Les schémas des transports mis en œuvre par les acteurs sont en partie une réponse à un besoin de mobilité de plus en plus grand. La mobilité évolue, nous venons de le voir, et cette évolution est à mettre en relation avec le développement d'infrastructures de transport de

plus en plus modernes et rapides. Des infrastructures de transport qui imposent de nouveaux rythmes qui conduisent à leur tour à de nouveaux schémas/pratiques de mobilité de plus en plus complexes et qui influent sur l'organisation des espaces « (...) De nouveaux rythmes liés aux mutations de l'organisation du travail et des normes sociales ont contribué à produire de nouvelles pratiques de mobilité : les « déplacements obligés » (travail, école) deviennent moins importants car les temps personnels s'organisent selon des temps devenus plus fragmentaires ; dans ces pratiques de mobilité, c'est le temps et non seulement la distance, qui joue un rôle significatif. Les conséquences de ces transformations dans les mobilités se traduisent par un usage élargi du territoire qui prend la forme d'un « archipel » de lieux et de liens dépendants de chaque individu » (Pucci, 2010, p. 101).

Pour témoigner de la complexité des questions de la mobilité, de nombreuses études s'attachent à analyser les relations entre les évolutions de la mobilité et constructions spatiales. C'est le cas par exemple de l'analyse très méthodologique et théorique conduite en 2008 par Sandrine Berroir, Hélène Mathian, Thérèse Saint-Julien et Léna Sanders, sur les relations entre mobilités et le polycentrisme métropolitain, en s'appuyant sur le cas de la métropole de Paris et celle de la métropole de la Méditerranée. Dans leurs analyses, les auteurs mettent en évidence les éléments d'articulation entre évolution des mobilités née de nouveaux modes de relations, et le fonctionnement des pôles urbains métropolitains. On peut également citer les travaux de Paola Pucci (2010) qui mettent en évidence l'importance de la prise en compte des échelles spatiales et temporelles dans le cadre de la politique urbaine en indiquant, de surcroît, comment les pratiques de mobilité dans la région urbaine de Milan participent aux transformations spatiales et à une certaine recomposition de cet espace. L'auteur aborde la mobilité comme pouvant représenter un « outil autant de connaissance que de projet pour comprendre et réguler les processus de transformation de la ville contemporaine, car elle englobe les dimensions temporelle et territoriale, rarement traitées de façon intégrées dans le cadre des politiques publiques ». (Pucci, 2010, page 101).

Les champs de recherches portant sur l'évolution de la mobilité sont de plus en plus étendus L'objet de cette recherche n'est pas de les analyser ni de les lister, mais seulement d'indiquer le fait que la diversité de ces champs témoignent de la nécessité de comprendre comment ces évolutions jouent un rôle dans les structures urbaines et peuvent participer à l'aide à la décision et à combler en partie les lacunes structurelles des politiques publiques appliquées depuis très longtemps.

Avec la place de plus en plus importante que prend le développement durable dans nos sociétés occidentales, il devient impossible de faire l'impasse sur ce qui se présente comme le défi majeur des aménageurs : comment tendre vers une mobilité durable ? Aujourd'hui, de nombreuses recherches sont en cours pour tenter d'apporter des éléments de réponse à cette question.

1.3.4.4. À l'heure « écologique », la question très actuelle de la mobilité durable chez les scientifiques

De nombreuses études témoignent de l'intérêt que les chercheurs ont porté depuis longtemps aux relations complexes qui existent entre mobilité et formes urbaines. Ces relations conditionnent de façon directe ou indirecte le choix des individus de privilégier un espace plus qu'un autre pour se loger et pour travailler. De ce fait, la mobilité se présente comme le résultat le plus visible, née des multiples interactions entre individus en mouvement, espaces géographiques/territoires et accessibilité aux réseaux physiques (Wiel, 2009).

Le défi de la mobilité durable prend une nouvelle dimension dans un contexte de prise de conscience sérieuse de la préservation durable des territoires. Tendre vers une mobilité durable passe nécessairement par la compréhension et l'anticipation, avec prise en compte de la spatialité. La question d'une mobilité durable/soutenable s'inscrit largement dans la problématique de développement durable des territoires urbains/métropolitains qui mobilise les scientifiques, les acteurs, les aménageurs et autres gestionnaires de nos territoires.

Partant du postulat de base selon lequel la spatialité des processus joue un rôle majeur dans la compréhension des phénomènes anthropiques observés, on émet l'hypothèse qu'un territoire durable est un territoire dont le développement se fait en harmonie avec les écosystèmes globaux comme avec les espaces voisins, et qui optimise son fonctionnement pour satisfaire les attentes de ses habitants¹³. Il s'agit, par voie de conséquence, de faire la démonstration que ce territoire possède une organisation spatiale propice à la durabilité. Dès lors, les configurations des lieux, les morphologies, les concentrations ou les dispersions des objets géographiques, sont autant de raisons qui suscitent un regain d'intérêt pour la recherche de l'organisation optimale des déplacements, des réseaux de transport ou encore de l'habitat. L'étude des configurations morphologiques dans l'optique de recherche de la structure morphofonctionnelle optimale, revêt également un grand intérêt (Carpentier, 2006). L'attention portée à la spatialité, plus exactement à la matérialité de l'espace, dans l'analyse des mobilités est une approche différente de celle de la syntaxe spatiale qui fait appel à la *psychologie* de l'espace (Moles et Rohmer, 1972) en vue de constituer un corpus théorique et méthodologique pour l'analyse des « déplacements naturels » des individus (Hillier et Hanson, 1984). Dans la syntaxe spatiale, l'optimisation de l'ampleur du champ *visuel* est posée comme « le principal critère de choix des itinéraires des individus » (Foltête et al., 2008), alors que dans la spatialité, c'est l'optimisation des trajets, autrement dit de la distance temps de parcours, qui joue un rôle majeur dans la compréhension des raisons qui amènent un individu à privilégier un itinéraire plus qu'un autre pour effectuer un déplacement à un

¹³Nous sommes face à un objet de débat. En effet, ces phénomènes sont-ils vraiment conciliables ? (See, Géopoint, actes de colloque 2008, contribution de Samuel Carpentier : « Peut-on concilier optimisation des formes urbaines et satisfactions résidentielle ? L'exemple du Luxembourg). Aussi, entre souhait et faisabilité de la chose, la difficulté à appréhender cette question existe, certes, mais dès qu'on la pose on est amené à aller au-delà de ce qui paraît impossible et de réfléchir sur un mode d'organisation spatiale optimal.

moment donné de la journée¹⁴. La spatialité est par conséquent basée sur des règles de distance (*distance decay effect*/modèle d'interactions spatiales du type gravitaire), de voisinage (relations de voisinage) mais aussi de forme (morphologie des réseaux et des villes). Toutefois, une finalité commune peut dériver de ces deux approches : celle de la mise en évidence du lien qui existe entre la configuration des réseaux et la distribution spatiale des phénomènes anthropiques.

La production scientifique dans le domaine de la mobilité durable a fait émerger récemment un élément fondamental et innovant : *le lien entre mobilité quotidienne et mobilité résidentielle* (Carpentier et Gerber, 2009). Les travaux portant sur ce lien ont permis de mettre en évidence des comportements de mobilité bien spécifiques à la métropole transfrontalière luxembourgeoise. Ces travaux se poursuivent encore aujourd'hui (et des réflexions sont menées sur les stratégies à mettre en place pour déterminer la manière dont les comportements de mobilité résidentielle influencent la mobilité quotidienne dans la région, et vice versa (Carpentier and Gerber, 2009).

Conclusion du chapitre 1

Ce qui apparaît clairement dans ce chapitre, ce sont les liens « étroits et indissociables » qui demeurent entre un territoire et le réseau de transport qui le dessert. Aussi réseau et territoire se présentent ici comme deux systèmes qui se côtoient et se complètent dans l'espace spatio-temporel pour donner naissance à une certaine cohérence et/ou cohésion spatiale. Une cohérence/cohésion qui se mesure par la valorisation de lieux qui jusque-là étaient isolés du réseau, soit parce que l'infrastructure n'y existait pas, soit parce que la fréquence y était faible. Dans ce contexte, le réseau physique devient ce moyen de « mise en équilibre » d'un ensemble spatial jusque-là jugé déséquilibré parce que marqué par des dichotomies criantes. Force est de constater que le réseau de transport est cet outil qui permet de gommer les dichotomies et les externalités négatives au sein d'un même espace. Aussi, en localisant une nouvelle infrastructure de transport dans des lieux jusque-là en marge des lieux centraux et dynamiques, des liens se créent, des mouvements et des échanges sont entamés entre deux ou plusieurs lieux qui auparavant n'étaient pas ou peu interconnectés. Pour un territoire donc, un réseau de transport est un élément indispensable pour vaincre l'isolement et s'intégrer dans un ensemble plus large (réseau de villes) pouvant lui assurer un certain rayonnement et une certaine attractivité à des niveaux spatiaux différents (régional, national, international). S'il y avait un enseignement fondamental à retenir dans l'exercice qui consiste à analyser les relations entre réseaux et territoire, c'est certainement le rôle déterminant des « acteurs » qui, par leurs différentes décisions, façonnent les territoires et garantissent par là même leurs transformations. Les acteurs sont donc au « devant de la scène », ils s'approprient

¹⁴ Cependant, dans l'économie des transports, cette optimisation se fait globalement sur le principe d'un équilibre Utilisateur (Wardrop 1952), tout le monde ne prenant pas le même itinéraire pour un même trajet, c'est la somme des trajets qui est optimale sous contrainte de congestion.

les territoires à travers les multiples planifications visant à valoriser et donc à structurer les territoires dont ils ont la charge. Aussi, plus que le réseau de transport lui-même, c'est une politique volontariste initiée par les acteurs (citoyens et politiques) qui constitue le fondement des effets structurants des infrastructures de transport car, une infrastructure de transport, quels que soient les effets qu'elle entraîne dans son sillage, ne pourra avoir d'effets positifs sur la structuration des territoires que si les mesures d'accompagnement mises en place par les acteurs sont efficaces. C'est pourquoi, l'analyse de la structuration de l'espace à travers différents types de réseaux de transport (TGV, avion, autoroute) ne peut être dissociée du rôle des acteurs qui reste décisif dans la restructuration des espaces par les réseaux physiques de transport.

Au regard de l'opportunité de la restructuration de l'espace européen par les réseaux de transport en général et l'infrastructure grande vitesse ferroviaire plus particulièrement, un territoire a pour ambition de repenser son devenir, et donc sa future structuration. Cet espace, c'est l'espace transfrontalier franco-italien qui aspire, à travers le projet LGV PACA prévu en 2020, à se doter de l'infrastructure grande vitesse (dans un contexte de prolongement de la future ligne jusqu'en Italie). Dans cette perspective, comprendre les caractéristiques de ce territoire transfrontalier sera l'objet du chapitre suivant.

Chapitre 2. L'espace transfrontalier franco-italo-monégasque : proposition d'une méthode de diagnostic spatial territorial

2.1. La démarche de diagnostic spatial transfrontalier

Toute problématique d'aménagement cherche à définir le fonctionnement d'un espace pour le rendre plus efficient. Dans ce cadre, la démarche de diagnostic spatial est essentielle, parce qu'elle se situe en amont du travail. Elle a pour objectif de déterminer l'organisation d'un territoire, ses spécificités, ses atouts et ses contraintes. Ainsi, doivent être prises en compte toutes les caractéristiques du territoire : sa structure politique, ses traits démographiques, ses disparités spatiales, son histoire, sa géographie... et éventuellement le rôle que peut constituer la frontière. Si la méthodologie du diagnostic spatial est largement connue aujourd'hui (CERTU, 2003), et ses étapes de réalisation sont bien déterminées, il n'en reste pas moins qu'un diagnostic spatial qui intègre la présence d'une frontière est encore difficile à appréhender parce que les clés de lecture d'un tel travail ne sont pas encore clairement établies. C'est pourquoi, l'objectif de cette section est de montrer ce que la frontière amène comme particularités dans une démarche d'analyse territoriale. Différentes méthodes de diagnostics territoriaux seront ici présentées, en insistant sur les éléments de différenciation entraînés par les contextes non-frontaliers, frontaliers ou transfrontaliers. C'est cette comparaison qui nous permettra d'établir les meilleures prises en compte et compréhensions des effets de la frontière dans l'espace.

2.1.1. Saisir les enjeux d'un espace

Le but de tout diagnostic est de disposer de connaissances et de compréhensions du fonctionnement actuel d'un territoire, de déceler les véritables enjeux qui vont permettre d'envisager son futur, dans une démarche de prospective. Tout diagnostic spatial vise ainsi à déterminer l'organisation du territoire, en tenant compte de son fonctionnement à différentes échelles et à différentes époques, et des interactions spatiales et sociales qui le caractérisent, afin de faire des propositions d'aménagement ou de porter à connaissance publique un état des lieux.

Pour ce faire, la démarche de diagnostic d'un espace non spécifiquement frontalier peut se réaliser en plusieurs étapes. Au préalable, la mise en relation des répartitions des thématiques majeures du territoire (démographie, économie, transport, environnement, etc.) permet de comprendre les interactions entre l'espace et la société dans ces lieux (Brunet, 2001). L'analyse aboutit à une typologie régionale de l'espace qui insiste, d'une part, sur les relations entre les phénomènes et, d'autre part, sur les éléments structurants du territoire (infrastructure de transport, structure du relief, dominante spatiale, liens avec l'extérieur, etc.) qui vont déterminer ses caractéristiques et son évolution. Ensuite, sont exposés les atouts et les faiblesses du territoire pour évaluer les futurs possibles et les besoins du territoire à différents pas de temps. On détecte ainsi les thématiques qui font enjeux dans le territoire,

c'est-à-dire celles qui le fondent, assurent son devenir et qui nécessitent l'attention des aménageurs et des scientifiques, mais aussi les territoires à enjeux, c'est-à-dire ceux qui cristallisent les possibilités de développement ou au contraire de difficultés (Préfecture des Alpes-Maritimes, 2003). Par exemple, les diagnostics de population-logement-tourisme établis sur les différents quartiers de Nice (UMR ESPACE, 2004) ont permis de démontrer que les problématiques du logement et des transports pouvaient être considérées comme des thématiques à enjeux forts, notamment pour les territoires en périphérie de la ville (espaces collinaires ou plaine du Var). Enfin, la dernière étape consiste à prendre en compte les stratégies et les actions des différents acteurs et gestionnaires du territoire. On se positionne ici clairement dans une analyse de la gouvernance territoriale (Pasquier *et al*, 2007). Cette étape finale est essentielle du fait que ce sont les acteurs qui façonnent pour une large part les territoires, mais aussi parce que le diagnostic est un outil opérationnel de débat et de concertation entre les acteurs (CERTU, 2001). Tout bien considéré, la démarche d'un diagnostic spatial telle qu'elle est présentée ici peut paraître très simple, mais elle a l'avantage de mettre en valeur le fonctionnement d'un espace et ses spécificités. Le travail se complexifie si l'on choisit d'appréhender un territoire frontalier.

2.1.2. Les incidences d'une frontière dans un diagnostic territorial

2.1.2.1. Frontalier et transfrontalier : les éléments de différenciation

Considérer qu'un espace est frontalier ou transfrontalier signifie l'inscrire dans des spécificités ou des évolutions différentes. Ces deux notions sont en effet distinctes, et elles pourraient même former une sorte de continuum dans l'action dynamique d'une frontière dans l'espace. Elles trouvent racine commune dans le mot « frontière » dont le radical est « front », ce qui fait référence à une limite et/ou à une discontinuité induisant la différenciation géographique entre deux territoires (Guichonnet, Raffestin, 1974). À la frontière ou dans ses environs, interviennent ainsi des processus d'opposition entre les territoires, mais aussi de complémentarités et de relations entre les lieux.

Lorsque le géographe ou l'aménageur qualifie un espace de frontalier, il insiste sur le fait que la frontière est un élément linéaire qui produit souvent de l'hétérogénéisation spatiale. On considère donc que la frontière a un impact très restreint d'un point de vue spatial : l'influence de cet objet se réduit à ses espaces environnants proches¹⁵. (Groupe frontière, 2004). Le géographe analyse ici la frontière comme une limite politique, qui traduit un rapport de force à un moment donné, mais qui catalyse aussi d'autres différences, d'autres variations ou parfois même des ressemblances dans l'espace. La cohésion territoriale est donc longue à se mettre en place dans un espace frontalier : de part et d'autre de la frontière, se construisent des espaces aux fonctionnements institutionnels, juridiques, culturels, économiques non

¹⁵ En effet, au de là d'une certaine distance à la frontière, il devient moins aisé d'attribuer les changements qui surviennent dans le territoire à la seule présence de la frontière. Les simulations qui seront effectuées dans la troisième partie de cette recherche montrent que d'autres facteurs que la frontière (la structure physique du territoire par exemple) ou encore la capacité financière des états (les possibilités de chaque commune de pouvoir investir dans le développement urbain par exemple) déterminent le plus l'organisation des espaces frontaliers.

similaires, même si des relations existent entre les lieux et les sociétés (Guichonnet, Raffestin, 1974 ; Renard, 1997 ; Dupont *et al.*, 2006 ; Chery, 1997, Moine, 2003, 2006 ; De Ruffray, 2004, Hamez, 2006 ; De Ruffray et Hamez, 2009 ; etc.).

Un espace transfrontalier est à considérer sous une autre acception. Ici, la frontière est au cœur de la construction et du fonctionnement du système territorial (Amilhat-Szary & Fourny, 2006). L'espace transfrontalier est ainsi une zone qui inclut les influences de la frontière sur des espaces environnants conçus de manière large. On assiste à une véritable intégration spatiale de part et d'autre de la frontière (Gay, 1995 ; Wackermann, 1986) : les processus d'homogénéisation sont dominants ; les échanges, les flux, les interactions et les éléments de coopération sont fondamentaux (Casteigts, 2003). D'ailleurs, la Mission Opérationnelle Transfrontalière (MOT) traduit bien cet aspect en précisant qu'un territoire transfrontalier est un *espace de projet délimité supposant une volonté forte d'acquiescer un destin commun* (MOT, 2007b). La frontière devient alors ressource et support de développement et d'unité.

Enfin, au cours du temps, l'espace frontalier se transforme bien souvent en espace transfrontalier, dans une logique de cohésion territoriale. L'importance du facteur temps est mise en exergue à travers l'exemple du Jura Horloger où, Alexandre Moine (Moine, 2003) a démontré comment la frontière franco-suisse a généré tantôt de la complémentarité spatiale (migrations et diffusions de savoir-faire), tantôt de la concurrence spatiale (spécialisation, dissymétries de développement, gradient). Selon lui, les structures et les dynamiques de cet espace sont fondées sur la présence de la frontière qui favorise flux, échanges et intégration. Ainsi, ce système spatial transfrontalier s'est construit sur la base d'une activité économique, qui cimente au fil de l'histoire les espaces environnants la frontière. Ici comme ailleurs (Leloup et Moyart, 2006 ; Tardy, 1997), le temps, conjugué au jeu des acteurs, transforme la zone frontalière existante pour progressivement faire émerger un territoire nouveau, constitué d'unité et de projets communs : le transfrontalier.

2.1.2.2. Effets de frontières et diagnostic territorial

La prise en compte de la frontière dans un diagnostic territorial ne change pas radicalement la démarche d'analyse de l'espace. Il s'agit de saisir l'organisation du territoire en insistant plus sur l'objet frontière et ses possibles incidences dans l'espace. Pour ce faire, deux éléments sont à mettre en valeur. Premièrement, il est nécessaire de distinguer *le territoire institutionnel*, qui puise sa légitimité dans des limites administratives et politiques strictement définies, du *territoire fonctionnel*, centré au plus près des activités humaines, économiques et sociales, voire des représentations spatiales. En effet, dans le cas d'un espace frontalier ou transfrontalier, le territoire institutionnel ne présente pas les mêmes limites que le territoire fonctionnel auquel les habitants adhèrent. Ainsi, malgré une trame politico-administrative qui oppose les territoires nationaux français et italiens, un espace transfrontalier fonctionnel s'est mis progressivement en place, en tant qu'espace quotidien de

certaines connaissances et pratiques. Deuxièmement, et plus largement, la démarche d'un diagnostic territorial transfrontalier doit appliquer un principe comparatif en s'interrogeant sur ce qui se passe de part et d'autre de la frontière, et une investigation sur la cohérence des territoires en se penchant sur les éléments d'interactions entre les espaces frontaliers. Ainsi, on examinera dans un premier temps les pôles et les gradients qui structurent chacun des espaces ; mais on s'intéressera ensuite et surtout à la cohérence et à l'homogénéité des territoires frontaliers, à leurs niveaux d'intégration et de complémentarité, et aux enjeux transversaux qui les dominent.

La compréhension du territoire fonctionnel est donc un premier élément important du diagnostic territorial transfrontalier. Elle vise à saisir l'organisation et le fonctionnement de l'espace, à partir des effets et des non-effets de la frontière, en se basant sur un espace large. Elle passe d'abord par l'analyse comparative entre espaces frontaliers, à propos de problématiques où la frontière peut jouer un rôle de différentiel (activités économiques, niveaux de salaire, prix du foncier et de l'immobilier, etc.). Il s'agit de se centrer sur les inégalités et les complémentarités de part et d'autre de la frontière, voire même sur les rapports de force territoriaux qui en découlent. Ensuite, la fonction de passage de la frontière amène à analyser les caractéristiques majeures des flux de toutes sortes (migratoires, financiers, de marchandises, etc.) (Soutif, 1997 ; Perez, 1999 ; Fusco, 2004), le rôle qu'y tiennent les infrastructures de transports, et les processus d'intégration transfrontalière qui sont créés. Plus largement, on insiste sur tous les éléments susceptibles de fonder la coopération et la cohérence de l'espace transfrontalier (identités ou histoires communes, ressemblance paysagère, etc.). Enfin, la pleine maîtrise du territoire fonctionnel se traduit par la mise en valeur des enjeux de l'espace transfrontalier, en tant que forces et faiblesses du territoire, et en tant que facteurs de décisions d'aménagement du territoire. On peut aisément observer que la recherche du territoire fonctionnel conduit à saisir les effets et les non-effets de la frontière, en se basant sur un espace large.

L'analyse du territoire institutionnel constitue le second aspect de la mise en place du diagnostic territorial transfrontalier. Elle se base sur les fonctionnements administratifs et politiques de l'espace et ses conséquences sur la gestion du territoire. Tout d'abord, il s'agit de saisir les différences entre les espaces frontaliers en termes d'aménagement territorial, en considérant les pratiques concrètes et la philosophie plus générale. Ainsi, on peut s'interroger sur les diversités de législation, de zonages d'aménagement, d'instruments opérationnels, d'acteurs, de rapports de pouvoir, de participations citoyennes, etc., qui s'expriment de part et d'autre de la frontière. Ces éléments sont essentiels pour comprendre les enjeux de la gouvernance transfrontalière, parce qu'ils renvoient à la question des différences culturelles d'aménagement, à savoir aux hétérogénéités des processus décisionnels et du système d'acteurs qui façonnent les lieux (Moine, 2006), et donc à la capacité des acteurs et des territoires à créer des stratégies d'aménagement communes ou contradictoires (Bassand *et al.*,

1997). Ensuite, l'objectif est de recenser les coopérations transfrontalières existantes, souvent institutionnalisées : échanges universitaires, équipements communs, lignes de transport transfrontalier, circuits touristiques autour de la frontière, exonération de taxes économiques, etc. En effet, à travers ces projets communs, les acteurs et les gestionnaires affichent leur détermination à créer, à s'approprier et à mettre en cohésion « leur » territoire transfrontalier. Au-delà des différences d'aménagement de part et d'autre de la frontière, le niveau de coopération entre territoires est donc un indicateur majeur d'évaluation de la volonté d'intégrer et/ou de construire un ensemble homogène dynamique régulé par des différences. La compréhension de ces actions de collaboration met aussi en évidence les difficultés et les limites des différents processus visant à créer un espace transfrontalier cohérent. Enfin, la particularité du territoire institutionnel transfrontalier oblige à analyser l'articulation entre les différents niveaux de politiques d'aménagement. En effet, la gouvernance transfrontalière est ici complexe parce qu'il s'agit de construire des stratégies communes à partir de politiques locales différentes, qui s'inscrivent elles-mêmes dans des objectifs nationaux distincts.

La démarche de diagnostic territorial transfrontalier intègre donc les multiples aspects des structures et des dynamiques des territoires, ainsi que leurs différentes échelles. Elle doit aboutir à une délimitation précise de l'espace transfrontalier, c'est-à-dire celui qui est concerné par les « effets frontières » et dont l'intégration spatiale est liée à la frontière. L'aire d'étude en début de diagnostic doit donc être la plus large possible pour pouvoir établir toutes les interactions, et se réduit progressivement au fil de l'analyse. On peut également envisager de réaliser un diagnostic territorial de manière plus ciblée, en l'axant sur un projet d'aménagement précis (une infrastructure de transport).

2.1.2.3. Le territoire transfrontalier et la LGV : deux interfaces

Les espaces transfrontaliers appartiennent à la catégorie des interfaces. L'interface est définie en géographie comme *un plan ou une ligne de contact entre deux systèmes ou deux ensembles distincts* par Brunet Ferras et Théry dans le dictionnaire de la Géographie (Brunet *et al.*, 1992) et comme *l'une des interspatialités caractérisée par la mise en contact de deux espaces.* (Levy et Lussault, 2003, cité par Chapelon et Emsellem, (dir.), 2008). Pour le groupe de recherche « Interface » de l'UMR ESPACE « l'interface est un objet géographique qui naît de la discontinuité et/ou est établi sur celle-ci. Elle assure avant tout une fonction de mise en relation de différents systèmes territoriaux et joue un rôle privilégié de régulation. En effet, l'interface est soit un lieu doté de pouvoirs spécifiques de régulation, soit la conséquence de régulations exercées par les centres des systèmes territoriaux qu'elle relie. Dans ce dernier cas, elle est un lieu où s'expriment des complémentarités, mais aussi des différences ou des tensions entre des modes de régulation différents » (Chapelon et Emsellem, (dir.), 2008 p, 197).

Les fonctions d'échange et de régulation des interfaces sur lesquelles repose le fonctionnement des interfaces s'établissent dans un enchaînement de processus, marqués par quatre processeurs qui seront mobilisés en totalité ou en partie selon la complexité de l'interface (Chapelon et Emsellem, (dir.), 2008 p, 201).:

- l'*attracteur* qui capte une grande partie des flux entrants et se retrouve, soit dans des points de passage obligés, soit dans des points de passage réputés, soit dans des points de passage dédiés;
- le *sélecteur* qui filtre les flux (entrées supérieures aux sorties) par un système de quotas ou des conditions de visas restrictives.
- l'*adaptateur* qui correspond au système d'inter-relations qui génèrent les transformations nécessaires en vue d'assurer le passage d'un système à un autre
- le *commutateur*, enfin, qui permet de distribuer les flux sortants et offre, dans le cas des réseaux, une meilleure connectivité.

L'originalité de notre sujet et de notre champ d'étude est de mettre en jeu, potentiellement, une double interface, l'espace transfrontalier d'une part, l'infrastructure LGV, d'autre part. Dans ce modèle du fonctionnement systémique des interfaces, l'espace transfrontalier fait office de capteur de flux en provenance de l'espace extérieur, flux de personnes, de marchandises et de capitaux. Il filtre, transforme et oriente les divers échanges qui s'y produisent. Les attracteurs, points de passage obligés sont les gares TGV. De la présence de commutateurs au niveau des gares, dépendent les interconnexions et la ventilation des flux à l'intérieur du territoire.

2.1.3. Diagnostic territorial transfrontalier et projet de territoire : l'exemple d'une infrastructure de transport

Les projets de territoire dans les espaces transfrontaliers ont des logiques de gestion différentes des territoires non frontaliers du fait de contraintes liées aux dissemblances institutionnelles et juridiques (Reitel, 2006). On comprend ainsi tout l'intérêt du chercheur à intégrer dans son diagnostic territorial transfrontalier un programme particulier d'aménagement du territoire qui affecte les espaces de manière forte et transversale.

Prenons l'exemple d'une infrastructure de transport qui, en traversant les espaces frontaliers, pourrait modifier l'organisation initiale des territoires et des échanges : une autoroute, un train à grande vitesse, une liaison maritime. Comment tenir compte de l'impact de ces actions d'aménagement dans de tels espaces ? Plusieurs thématiques sont alors à traiter. Il faut d'abord s'interroger sur le rôle structurant de cette nouvelle infrastructure dans l'espace : à quels besoins correspond-elle ? Est-elle complémentaire à celles existantes et/ou en projet ? Est-elle facteur d'équilibre par rapport à un mode de transport déjà dominant ? Ou existe-t-il un risque de renforcement d'un déséquilibre déjà en place ? Quels changements vont se produire dans les interactions entre infrastructure de transport et activités

économiques ou traits démographiques ? Ce sont donc des questions de mobilités à différentes échelles, d'intermodalités, et d'accessibilités des territoires qui sont abordées ici (CETE Méditerranée, 2006) Ensuite, on s'intéresse aux cadres d'aménagement de cette infrastructure : quels sont les outils de planification et de contractualisation à différentes échelles (locale, régionale, nationale et européenne) ? Comment s'articulent-ils ? Quels sont les moyens financiers disponibles ? De nouveaux acteurs économiques et politiques interviennent-ils dans ce projet de grande ampleur ? Enfin, il s'agit d'examiner les conflits d'enjeux de territoire qui se manifestent à partir de l'infrastructure. Ils expriment en effet souvent les différentiels et les points communs des territoires transfrontaliers, et sont révélateurs des rapports de force entre les pouvoirs à différents niveaux (local versus européen). Dans ces deux derniers points, l'accent est donc mis sur la gouvernance liée à cette infrastructure de transport transfrontalier.

Dans l'optique des interfaces, la LGV est considérée comme pouvant être une interface dont le rôle de régulation se manifesterait par le captage, le filtrage, la transformation et l'orientation des multiples échanges qui se déroulent sur les espaces frontaliers. Les espaces frontaliers, en devenant interfacés, se transformeraient alors en espace transfrontalier. Les effets territoriaux du fonctionnement de l'interface se traduiraient par l'apparition de nouvelles organisations issues des possibilités offertes par l'interfaçage des territoires....

Le diagnostic spatial est par conséquent un outil opérationnel, de compréhension et de connaissance des territoires d'une part, de débat et de concertation avec les acteurs d'autre part. Il permet de saisir les enjeux des territoires transfrontaliers, et de comprendre comment *l'espace organisé et organisant* peut être aménagé (Brunet, 1980). Soutenue au préalable par un diagnostic spatial, toute démarche de prospective territoriale devient alors réaliste. C'est dans ce contexte de diagnostic spatial transfrontalier avec une infrastructure de transport que se situe le cas franco-italien (Monaco inclus), que nous évoquons dans la section suivante.

2.2. La démarche du diagnostic spatial transfrontalier appliquée au cas franco-italo-monégasque

2.2.1. Difficultés méthodologiques

La réalisation de cartes est le point central d'une démarche de diagnostic territorial transfrontalier car elle permet l'analyse des répartitions et des différenciations spatiales ainsi que la détection des effets de frontière. Cette démarche est habituelle dans le cadre d'une connaissance pour l'aménagement d'une zone frontalière. Il s'agit alors de collecter des données à partir de sources différentes et sur des territoires institutionnels variés. On se heurte inévitablement à des difficultés d'ordre méthodologique qui limitent la connaissance des

phénomènes. En premier lieu, la question essentielle de l'harmonisation de l'information s'est très vite imposée, autant en ce qui concerne le contenu que l'échelle des données. Ainsi, il n'a pas été possible de représenter au niveau communal les taux de chômage transfrontaliers car si l'information existe du côté français (Département des Alpes-Maritimes), l'information la plus exhaustive et correcte se situe au niveau des provinces dans le cas de l'Italie, et est totalement « confidentielle » au niveau de la principauté de Monaco. De même, la population a été recensée en 1999 en France, en 2001 en Italie et en 2004 à Monaco. La difficulté de l'harmonisation s'est ici posée, mais elle a été résolue dans la mesure où la population est une variable stable et que les années d'étude étaient relativement proches. Par ailleurs, le chercheur est confronté à l'absence ou à l'insuffisance d'informations, concernant les niveaux de salaires ou les prix de l'immobilier, indispensables pour saisir les différentiels spatiaux et comprendre les flux entre les espaces. Le recensement de l'information sur les prix de l'immobilier en Italie est une donnée très difficile à obtenir – seuls quelques grands ordres de grandeurs peuvent être indiqués (Osservatorio immobiliare FIAP, 2007) – la raison en est que ce secteur fonctionne très souvent de manière informelle (il est habituel de payer son loyer en liquide par exemple) ; dans le cas de la France, les données existent mais elles sont difficilement accessibles (achat des bases de données FILOCOM ou PERVAL) ou peu viables (sources municipales des communes) ou encore peu exhaustives (données des agences immobilières). Toutefois, ce problème a été également résolu en représentant certains indicateurs comme par exemple le prix moyen des logements neufs à une date donnée (www.europamela.eu). De même, les salaires sont connus pour être globalement plus élevés du côté français que du côté italien et les salaires monégasques supérieurs de 15 % aux salaires français, mais il n'a pas été possible d'analyser plus précisément les différentiels spatiaux. En conséquence, le diagnostic territorial a reposé sur les indicateurs démographiques et économiques que nous avons estimés *sûrs* et *stables* et auxquels s'est ajoutée l'analyse du jeu des acteurs dans l'espace transfrontalier.

2.2.2. Le territoire fonctionnel de l'aire d'étude

2.2.2.1. Le rôle de l'histoire dans la fondation du territoire transfrontalier

Du point de vue de sa situation géographique, la zone transfrontalière franco-italo-monégasque, située au cœur de l'Arc Méditerranéen, est un territoire de marge orientale ou occidentale selon que l'on se situe dans le Sud-Est de la France ou en Italie du Nord. La zone franco-italo-monégasque est traversée par des frontières issues de trois Etats (France, Monaco et Italie). Comme ailleurs, les frontières y jouent un rôle de rupture dans l'espace et sont porteuses d'hétérogénéité spatiale par les disparités juridiques, économiques et culturelles qu'elles entraînent (Renard, 1997). Mais, parce que ces discontinuités sont aussi des interfaces (Ferrier, 1984 ; Chapelon et Emsellem (dir.), 2008), elles font de cette région un territoire transfrontalier avec une certaine intégration spatiale de part et d'autre des frontières. En fonction de l'échelle, la discontinuité varie.

Aujourd'hui, trois Etats et leurs niveaux administratifs inférieurs séparent la zone d'étude en question : en France, le département des Alpes-Maritimes ; en Italie, les provinces d'Imperia et de Cuneo ; et la principauté de Monaco. Ces limites politiques ont eu des inscriptions territoriales fluctuantes au rythme des conflits et des accords étatiques qui ont marqué les siècles. Et c'est parce que cette zone frontalière n'existait pas il y a à peine plus d'un siècle, qu'elle peut être qualifiée de transfrontalière.

La frontière franco-italienne s'est progressivement fixée dans l'espace, au fur et à mesure de la construction des Etats, puis des Etats-Nations. Déjà au XVIII^{ème} siècle, le Comté de Nice est tantôt sous domination italienne du royaume de Sardaigne, tantôt sous annexion française (1792-1814); au XIX^{ème} siècle, la région est restituée à la maison de Savoie. Il faut attendre le Traité de Turin de 1860 pour que Nice et la Savoie soient définitivement rattachées à la France (Ruggiero, 2006). D'autres changements, de plus faible ampleur, se poursuivent au XX^{ème} siècle. Lors de la Seconde Guerre Mondiale, une partie des communes françaises de l'arrière-pays ainsi qu'une zone du Massif du Mercantour, sont annexées par l'Italie avant de redevenir françaises à la fin des hostilités. La frontière franco-italienne est modifiée une dernière fois en 1947, lorsque les communes de Tende et de La Brigue votent leur rattachement à la France. De manière similaire, la Principauté de Monaco doit se séparer des communes de Cap d'Ail, La Turbie, Beausoleil, Roquebrune-Cap-Martin et Menton en 1860, quand celles-ci revendiquent leur rattachement à la France.

Au-delà de ces fluctuations frontalières, l'histoire de cet espace est donc marquée par un destin commun encore récent. Ces évolutions historiques constituent des héritages spatiaux et sociaux qui fondent les ressemblances contemporaines, parmi lesquelles les traits identitaires et culturels sont les plus emblématiques. Ainsi, les architectures urbaines, par leurs couleurs, leurs formes, leurs dispositions, sont presque identiques de part et d'autre de la frontière franco-italienne. De même, les aires dialectales franchissent la frontière (cf. l'occitan) et facilitent aujourd'hui des mariages binationaux et des séjours temporaires ou définitifs de l'autre côté de la frontière.

Si la majeure partie des relations transfrontalières s'inscrit à l'intérieur du triangle Nice-San Remo-Cuneo, elles s'étendent également au-delà de cet espace. Aussi, le périmètre de la zone transfrontalière franco-italo-monégasque considérée dans cette étude est-il volontairement large puisque composé du département des Alpes-Maritimes, de la Principauté de Monaco, et des provinces italiennes de Cuneo et d'Imperia. Il cadre avec les textes officiels relatifs à la coopération transfrontalière entre collectivités territoriales¹⁶ (Accord de Rome,

¹⁶ Le texte de loi favorise les initiatives des collectivités territoriales visant à développer la coopération transfrontalière. Les collectivités territoriales concernées par cette loi sont : « pour la partie française, la collectivité territoriale de Corse, les régions, les départements, les communes jouxtant la frontière entre les territoires des parties contractantes, les autres communes situées dans les départements frontaliers ainsi que les groupements pouvant être constitués par les collectivités précitées ; pour la partie italienne, les régions, les provinces, les communes, les communautés de montagne, les coopératives communales et provinciales situées, au moins en partie, dans la zone frontalière de vingt-cinq kilomètres à compter de la frontière franco-italienne ».

1993) mais il est plus vaste que celui déterminé par la MOT (MOT, 2007b), centré sur la ville de Menton, car nous estimons que le bassin de vie de Cuneo s'inscrit aussi dans une interrelation avec la Côte d'Azur.

2.2.2.2. Le rôle de la géographie et des réseaux physiques dans la symbiose transfrontalière

L'unité du territoire frontalier se fonde aussi sur des similitudes du milieu naturel (Figure 2.1). La spécificité de cet espace transfrontalier est définie par des contraintes naturelles fortes, largement présentes à travers une chaîne de hautes montagnes, terminaison des Alpes, dont les altitudes atteignent plus de 1500 mètres. Quelques cols célèbres assurent le passage entre la France et l'Italie. La plaine littorale, peu évasée et fragmentée, se prolonge de part et d'autre de la frontière, même si, du côté italien, les collines sont très vite présentes dans l'arrière-pays. Cet espace plat, propice à l'occupation humaine, se retrouve largement dans la partie nord de la province de Cuneo. Au sud, la Mer Méditerranée finit de construire l'unité naturelle du territoire. Cette organisation du milieu naturel joue sur la répartition des faits humains. Les principales concentrations urbaines se situent sur la bande littorale, formant une large conurbation urbaine et transfrontalière de Cannes à Imperia, ponctuée par des cités de tailles différentes, et dominée par Nice. Dans la province de Cuneo où les altitudes sont plus modérées, seule la ville de Cuneo se détache d'un semis de villes petites ou moyennes, telles Saluzzo, Bra ou Limone. De même, les infrastructures de transport suivent les grandes structures du relief. Qu'ils soient routiers ou ferroviaires, les principaux modes de transport assurent les liens dans la plaine transfrontalière, et de manière secondaire, dans les grandes vallées. L'axe de la vallée de la Roya-Bevera constitue ainsi un lien historique et naturel entre le Piémont italien et la Côte-d'Azur française.

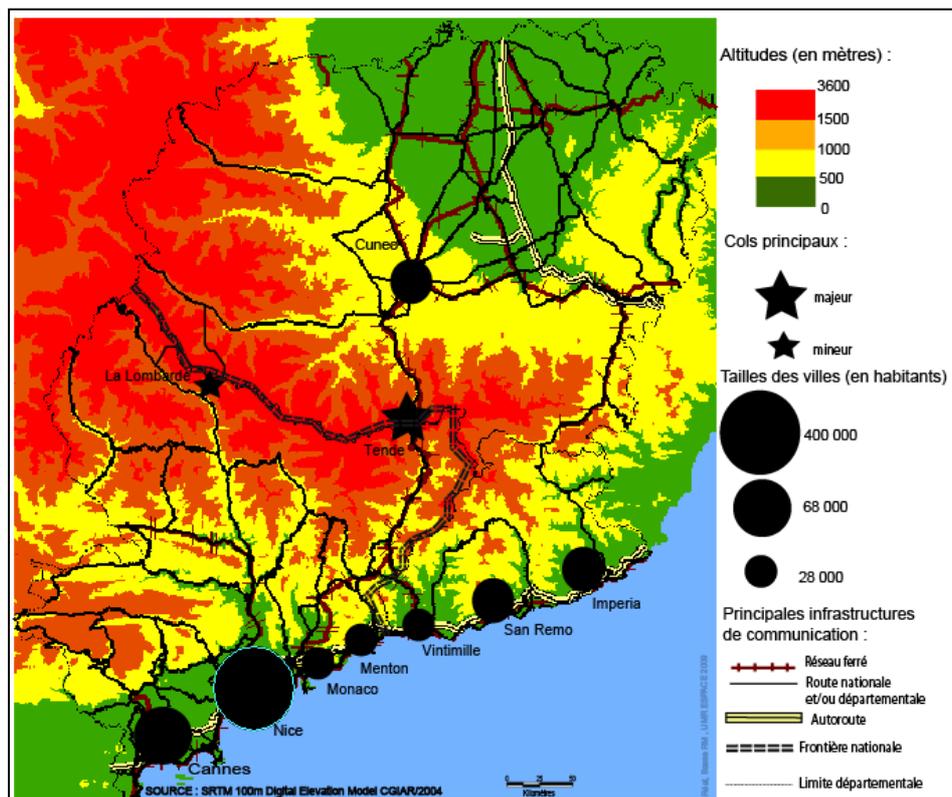


Figure 2.1. : Relief et organisation humaine en 1999

2.2.2.3. Appréhender le fonctionnement de l'aire d'étude : une démarche complexe

Le fonctionnement du territoire est tout d'abord appréhendé à partir de plusieurs cartes mettant en évidence l'organisation spatiale et les différentiels existant de part et d'autre de la frontière. Trois grandes zones de peuplement sont nettement visibles sur la figure 3.2. Une première zone qui comprend au Nord-Est la marge méridionale du réseau métropolitain nord-italien polarisé par Turin et dont l'influence atteint Cuneo, et une deuxième zone au sud, l'ensemble polynucléaire littoral, axé sur Nice, Monaco et Vintimille. Entre ces aires urbaines densément peuplées et actives, les arrière-pays français et italien constituent une troisième zone de vide relatif, faiblement peuplée, enclavée, où la disposition du relief représente une contrainte majeure aux communications transversales. Cette organisation spatiale¹⁷ se retrouve aussi dans les répartitions des activités tertiaires et touristiques, où l'opposition transnationale entre les littoraux et les arrière-pays est encore plus forte. Ici, la frontière ne joue donc pas un rôle de rupture spatiale, puisqu'un continuum existe de part et d'autre de la France et de l'Italie : sur ces thématiques, elle constitue potentiellement un facteur de complémentarité. D'ailleurs, la carte du relief et de l'organisation humaine renvoie à ces idées (Figure 2.1). Les réseaux de chemin de fer traversent la frontière tant sur le littoral que dans l'arrière-pays (lignes Nice-Tende-Cuneo et Marseille-Nice-Vintimille), même s'ils sont plus développés dans le nord de notre territoire puisqu'en direction de Turin. Les routes nationales reproduisent ce schéma, avec des liaisons transfrontalières (A8 puis A10 en Italie, RN 49) et des points internationaux de passages obligés que sont Tende et Vintimille (CETE

¹⁷ La structure spatiale étant la même que celle qui apparaît dans la figure 2, nous n'avons pas souhaité multiplier ici les cartes.

Méditerranée, 2004, 2006 ; Institut de la Méditerranée, 2004). Certes, l'offre de transports indique bien des interactions spatiales transfrontalières, mais elle est à relativiser en termes d'efficacité. En effet, il n'existe qu'un aller-retour ferroviaire par jour entre Nice et Cuneo ; et les liaisons ferroviaires quotidiennes restent nettement insuffisantes pour subvenir aux besoins du grand pôle d'emploi que représente Monaco (32 000 résidents français et 4 000 résidents italiens travaillent tous les jours à Monaco) (Direction du budget et du trésor de Monaco, 2005 ; MOT, 2006). Indirectement, la frontière réapparaît ici, aussi bien à travers les flux de travailleurs qui jouent du différentiel frontalier, que dans la faiblesse des infrastructures de transport communes.

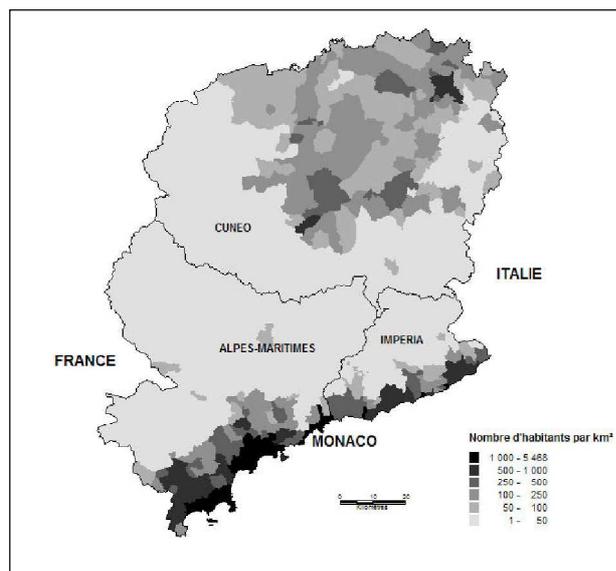


Figure 2.2. :

Densité de population

(Sources : INSEE, 1999 ; ISTAT, 2001)

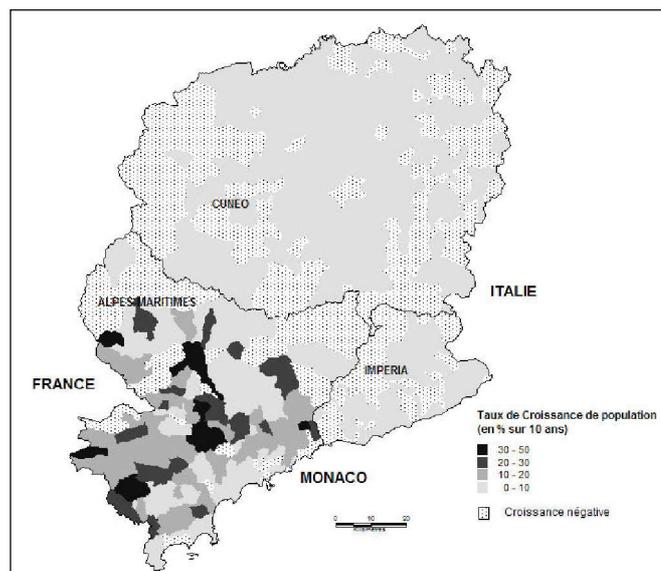


Figure 2.3. :

Dynamiques récentes de population

(Sources : INSEE, 1990-1999 ; ISTAT, 1991-2001)

Une deuxième structure spatiale de base apparaît à propos des répartitions des activités (Figures 2.4. et 2.5.). Les distributions spatiales des actifs occupés dans l'agriculture ou dans l'industrie traduisent ici des histoires et des fonctionnements étatiques différents : la frontière joue alors un rôle d'un vrai marqueur spatial. Ainsi, les territoires italiens, en particulier la province de Cuneo, sont beaucoup plus caractérisés par des traits industriels que l'espace français ; cela traduit l'effet des multiples petites entreprises industrielles dynamiques et spécialisées dans les biens de consommation (automobile à Turin notamment, textile, électronique, machine-outil). De manière similaire, l'activité agricole est beaucoup plus présente en Italie qu'en France : les paysages de serres de la province d'Imperia témoignent de l'importance de la production florale, parfois combinée à des vergers ; sur les versants de la province de Cuneo, se pratique l'élevage que l'on retrouve ponctuellement dans quelques communes des Alpes-Maritimes. Ces cartes attestent donc de différences majeures de part et d'autres de la frontière franco-italienne. Elles renvoient à des fonctionnements économiques

différents, signes d'un positionnement distinct dans la mondialisation (activités tertiaires pour les Alpes-Maritimes versus industrielles et/ou agricoles pour les territoires du Nord de l'Italie). La distribution spatiale des évolutions récentes de population indique les mêmes oppositions nationales franches (Figure 2.3.). Tandis que les deux provinces italiennes de Cuneo et d'Imperia perdent des habitants avec une croissance démographique très faible depuis 1990, la partie française, et plus précisément l'ouest intérieur des Alpes-Maritimes, connaît une dynamique démographique positive. Des ménages plus féconds et l'arrivée de jeunes actifs dans le proche arrière-pays des Alpes-Maritimes traduisent des situations démographiques distinctes au sein des sociétés italiennes et françaises. En ce sens, la frontière sert ici de limite spatiale à des comportements de population ou à des spécialisations économiques, mais elle ne produit pas d'action particulière dans l'espace.

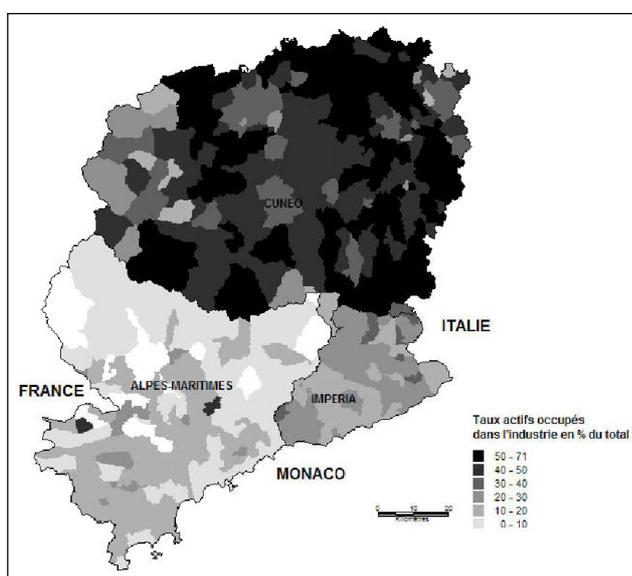


Figure 2.4. :

Actifs dans l'industrie

(Sources : INSEE, 1999 ; ISTAT, 2001)

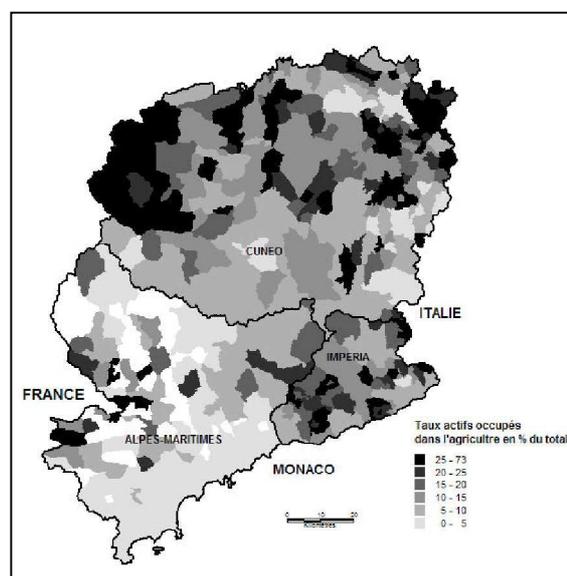


Figure 2.5.:

Actifs dans l'agriculture

(Sources : INSEE, 1999 ; ISTAT, 2001)

En ce qui concerne les prix des logements, la figure 2.6 montre que les prix au m² dans les Alpes-Maritimes sont deux ou trois fois supérieurs au prix du m² du côté italien (Cuneo et Imperia). En effet si les prix au m² dans les Alpes-Maritimes se situent entre 3500 et 6000 euros, à Cuneo, ces prix varient entre 1500 et 2000 euros et sont situés entre 2500 et 3500 euros. Cette carte indique l'existence de disparités spatiales entre la partie française de l'aire d'étude et la partie italienne. Mais, doit-on y voir pour autant un effet frontière ? Difficile d'y apporter un élément de réponse car beaucoup de facteurs peuvent expliquer ce différentiel de prix entre la France et l'Italie, parmi lesquels bien entendu la loi de l'offre et de la demande qui est le plus représentatif.

Mais en plus, dans l'explication de ce différentiel de prix, la pression foncière qui s'exerce sur un territoire est au cœur du processus. Ce processus en lui-même est nourri par d'autres facteurs, parmi lesquels la richesse et l'attractivité des territoires qui dépend fortement de la capacité financière des territoires à investir dans des infrastructures de transport (cf. tableau 2.) (TGV, ports de plaisance, routes, tramways, autoroutes, etc.).



Figure 2.6 : Prix des logements neufs au m² dans l'espace transfrontalier franco-italo-monégasque
(Source : www.europamela.eu)

Tableau 2. : La capacité financière des départements/provinces de l'espace transfrontalier

Fonctionnement	Alpes-Maritimes	Cuneo	Imperia
Actions sociales	483 ,4 millions	4,1 millions	47.285, 17
Fonctionnement administration	326,0 millions	18,0 millions	13,5 millions
Développement des infrastructures	151,9 millions	20,1 millions	16,00 millions
Aménagements (dont infrastructures) /Environnement	323,6 millions	60,9 millions	17, 5 millions
Actions éducatives, sportives et culturelles	146,2 millions	1,9 millions	794.118,68
Istruzione pubblica/déclarations publiques	n.a. (pas disponible)	45,0 millions	6,8 millions
Sviluppo economico/Développement économique	n.a. (pas disponible)	17,0 millions	1,5
Total budget primitif 2009 (dépenses prévues) déclaré par les provinces et département ¹⁸	1.431.100.000 €	140.867.000 €	80 099 487 €
Population totale (hab)	1 073 184	555 300	220 712

(Source : Département des Alpes-Maritimes et les deux Provinces de Cuneo et d'Imperia)¹⁹

¹⁸ La totalité des dépenses n'est pas détaillée ici. Seules les thématiques majeures sont indiquées.

¹⁹ <http://www.cg06.fr> et <http://www.provincia.cuneo.it>

En effet, le potentiel économique destiné à l'aménagement du département des Alpes-Maritimes (modernisation et ou réalisation d'infrastructures de transport, construction de logement, espaces culturel et/ou de loisir, etc.) est de loin largement supérieur à celle de la province de Cuneo ou encore d'Imperia (sites officiels des communes de Cuneo et d'Imperia). On le voit bien au niveau du tableau 2, où par exemple le budget transport du côté français est de plus de 300 millions d'euros pour 1 million d'habitants, alors que du côté italien, il tourne autour de 20 millions d'euros pour 500 300 habitants pour la province de Cuneo et de 16 millions d'euros pour 220 700 habitants pour la province d'Imperia. A ces facteurs, on peut ajouter, le choix des acteurs à investir dans des logements haut de gamme afin d'attirer une population bien « ciblée » (l'exemple de Monaco et de la Côte d'Azur) peut être une explication des prix élevés des logements. Cependant, le facteur physique ne doit pas pour autant être ignoré dans le cadre de l'explication des prix des logements car, si le territoire est limité en termes de foncier du fait de la présence de montagnes et/ou de la barrière maritime, il lui sera difficile de satisfaire la demande en logement. Par conséquent, le facteur physique au même titre que les facteurs cités précédemment, exerce aussi une pression sur les prix du logement.

■ Les interactions spatiales dans le territoire frontalier

Analyser l'aspect fonctionnel de l'espace transfrontalier franco-italo-monégasque, c'est aussi réfléchir au-delà des structures historiques et géographiques similaires, des disparités spatiales et économiques, parce que cet espace existe aussi et surtout à travers des échanges économiques ou humains qui traduisent les liens étroits entre les espaces et les sociétés. Ainsi, la présence de la population étrangère dans les trois pays de l'Arc Méditerranéen (Italie, France et Espagne) renseigne sur les mobilités des populations, les localisations préférentielles de ces dernières, et par là même, sur le comportement national de chaque population ainsi que sur la spécificité de chaque frontière de l'Arc Méditerranéen (Figure 2.7.) On constate alors que, hors de leur pays, les Italiens et les Espagnols choisissent de résider à proximité de leurs frontières : leur présence diminue avec l'éloignement de la frontière. En revanche, les Français ont un comportement plus dispersé dans l'espace, avec certes, toujours une logique « effet frontière » accompagnée d'une attraction métropolitaine et littorale. Cependant, à la frontière franco-italienne, l'épaisseur spatiale des zones de mobilités est particulière : les Italiens se localisent en nombre dans une large zone autour de la frontière jusqu'à Lyon, témoignant de la vivacité des échanges selon des axes stratégiques (Lyon-Turin, Nice-Imperia-Gênes, etc.). Ici, même si la frontière joue un rôle discriminant pour la localisation des populations étrangères, elle semble être transcendée, tant les mobilités sont fortes et éloignées de la démarcation nationale. Au total, ces différentes cartes sont en mesure de confirmer objectivement l'existence d'un territoire transnational qui se fonde sur l'intensité des relations de chacun des pays de l'Arc Méditerranéen.

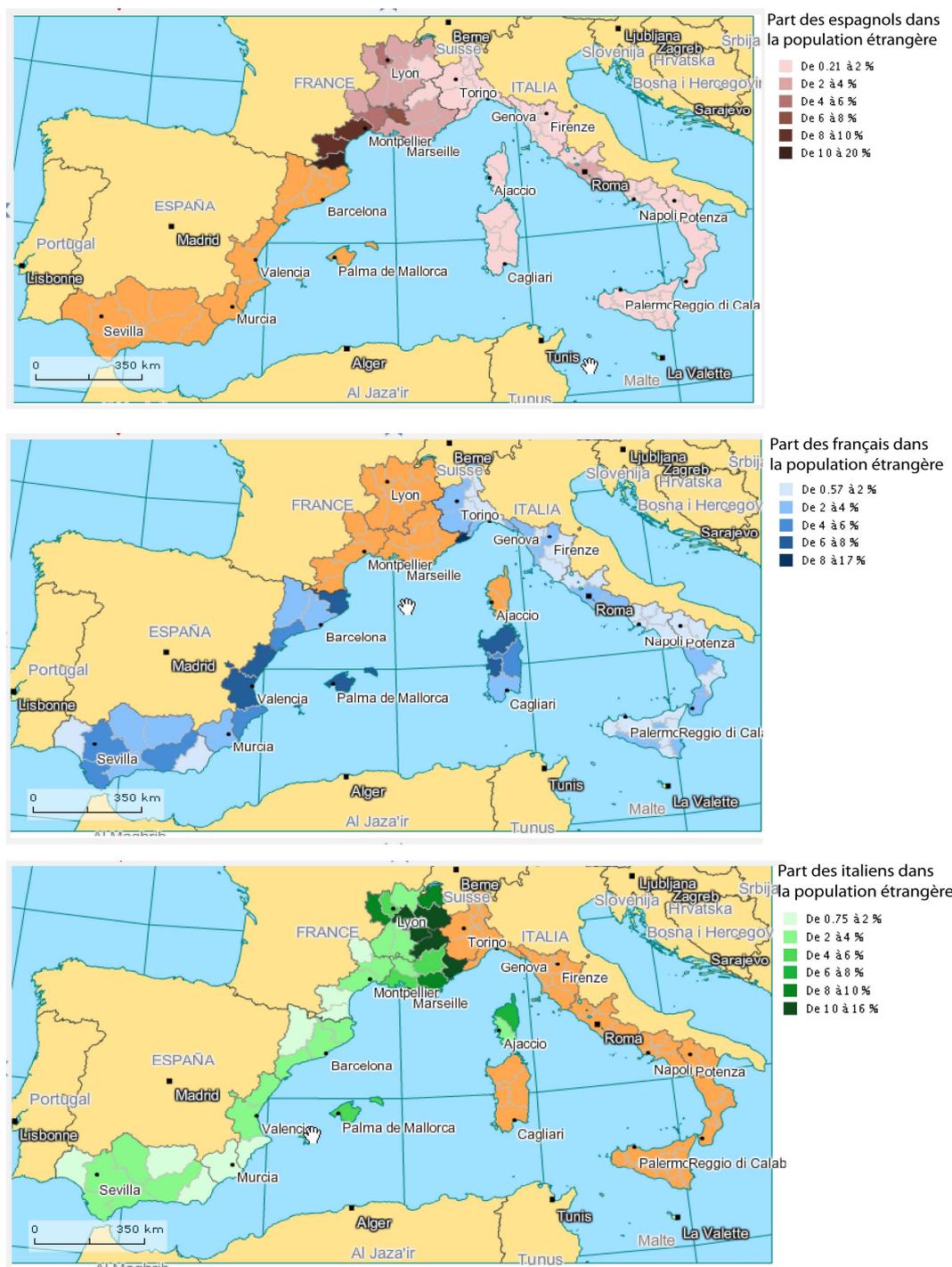


Figure 2.7 : Population étrangère italienne, française et espagnole dans l’Arc Méditerranéen vers 2000
 (Source : www.europamela.eu)

À ces migrations résidentielles définitives, s’ajoutent d’autres formes de mobilités de population particulièrement soutenues de part et d’autre de la frontière franco-italienne. Que ce soit les flux de loisirs et de tourisme à courtes ou moyennes distances (les Italiens viennent sur la Côte-d’Azur et y achètent souvent des résidences secondaires, les Français aiment l’arrière-pays italien), ou les échanges à but commercial (les marchés de San Remo et de Vintimille sont réputés côté français ; les agriculteurs italiens viennent parfois vendre leurs

produits sur les marchés français), tous témoignent d'un territoire élargi de pratiques communes de part et d'autre de la frontière franco-italienne. Mais ce sont sans doute les mobilités sanitaires qui sont les plus emblématiques de cette zone : de nombreux Italiens viennent se faire soigner en France, du fait de la qualité et du coût des soins français, de la multiplicité des équipements, et des complémentarités de voisinage mises en place (cf. le centre transfrontalier de périnatalité à Menton) (Voiron-Canicio, 2002).

■ La frontière comme ressource économique interne du territoire

En changeant d'échelle d'étude, d'autres formes de mobilité apparaissent en relation avec le rôle dialectique de la frontière dans l'espace, entre continuité urbaine littorale et rupture. Dans la zone franco-italienne, deux fonctionnements urbains peuvent être définis (Figure 2.8). D'une part, une bande littorale transfrontalière apparaît et s'étend jusque dans le proche arrière-pays français. Entre des villes de taille moyenne spécialisées dans les services et le tourisme (Cannes, Antibes, Menton, Vintimille, San Remo et Imperia), se juxtaposent quelques lieux hyperspécialisés (Monaco dans les finances et le tourisme d'affaires, la zone high-tech de Sophia-Antipolis) et la grande métropole aux fonctions tertiaires de haut niveau qu'est Nice. D'autre part, dans la province de Cuneo, la présence urbaine est moindre, avec des villes de taille plus restreinte, et plus dispersées dans l'espace. Mis à part Cuneo qui joue le rôle de pôle local avec des fonctions nettement moins développées que Nice, les cités italiennes sont tantôt spécialisées dans l'industrie (Bra, Saluzzo et Alba, par exemple), tantôt dans les services et le tourisme.

Les différences spatiales de taille et de fonction des villes contribuent à créer des mobilités de travail, qui sont aussi favorisées par le fait que les populations des arrière-pays franco-italiens ne trouvent pas, à proximité de leur domicile, des zones d'activité économique certaine. Ces mobilités indiquent une véritable intégration spatiale transfrontalière, dans laquelle les disparités frontalières sont surtout facteurs de complémentarité, de coopération et d'échanges. Sans doute, l'exemple le plus emblématique de cette problématique concerne la Principauté de Monaco qui est le pôle d'attraction principal des travailleurs français et italiens. Tous les jours, environ 28 000 navetteurs français et 3 500 italiens partent travailler en train vers Monaco (Figure 2.8), pouvant réaliser des trajets de plus d'1 heure et 30 minutes par jour (ADAAM, 2002). Avec ses 40 000 emplois pour 30 000 habitants, et trois fois plus d'emplois que d'actifs, Monaco apparaît aujourd'hui comme le principal employeur de cette région transfrontalière (www.monaco.gouv.mc), non seulement grâce à la variété et au niveau des emplois proposés (finance, tourisme de luxe, industrie légère, services), mais surtout grâce aux différentiels de salaires largement en faveur de la Principauté. Les franchissements quotidiens de la frontière se font aussi pour aller travailler soit vers la France soit vers l'Italie, malgré des difficultés ferroviaires importantes (la fréquence des trains ne masque ni leur lenteur ni leur mauvaise répartition journalière). D'autres échanges, beaucoup plus faibles, se réalisent au niveau de l'axe de la vallée de la Roya-Bevera.

L'organisation de l'espace et l'intensité des échanges de toutes natures démontrent bien l'existence d'un territoire transfrontalier franco-italo-monégasque, véritable espace de vie commun, dans lequel la frontière est non seulement un facteur d'unité, mais aussi un levier du développement territorial. Mais sur d'autres aspects, la frontière y est aussi porteuse de dysfonctionnement.

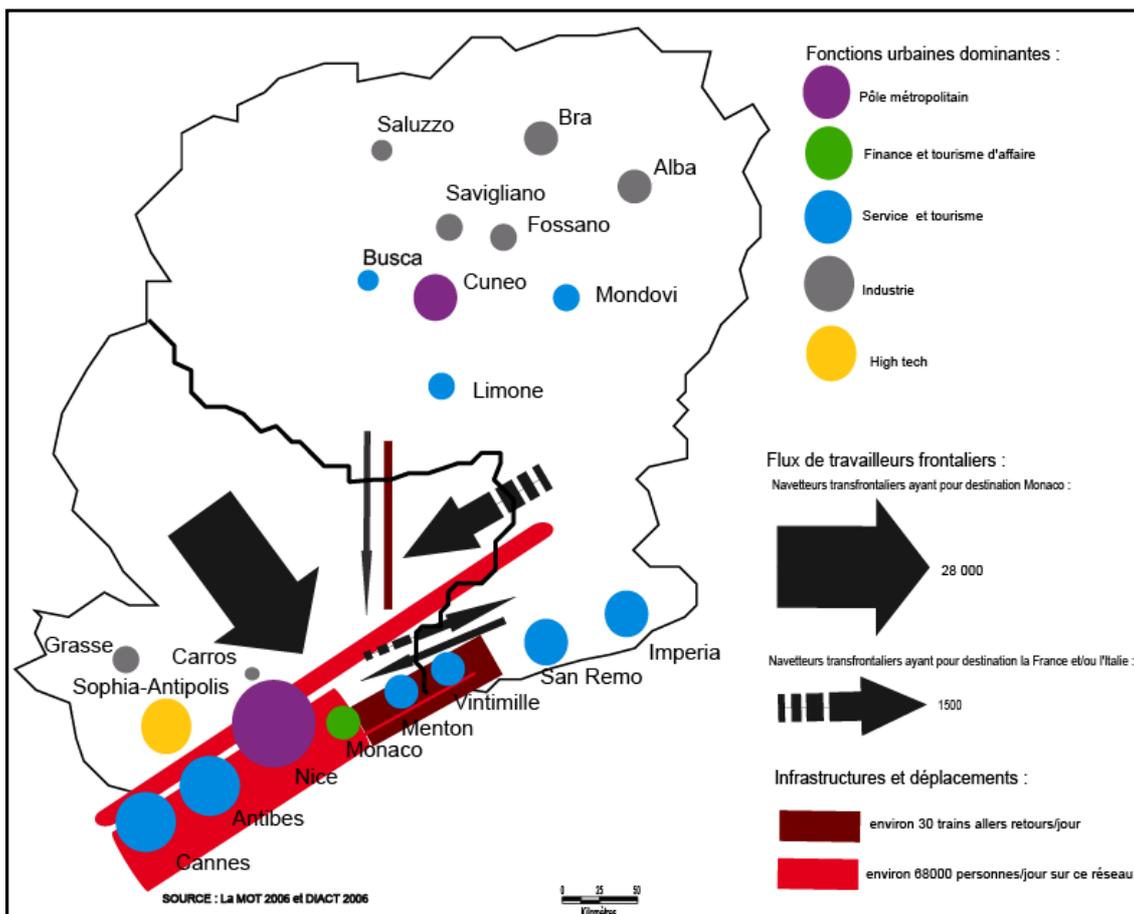


Figure 2.8 : Organisation urbaine et relations transfrontalières en 2004

Le diagnostic territorial transfrontalier se poursuit par la mise en évidence des principaux atouts et faiblesses de cet espace, afin de saisir le potentiel réel du territoire et ses perspectives d'évolution et d'aménagement. En tant que territoire transfrontalier, l'espace franco-italo-monégasque est concerné par plusieurs **points forts**. Parce que le tracé de la frontière est récent et qu'il a beaucoup fluctué au cours du temps, ces territoires et leurs populations possèdent des histoires et des traits communs (langue, comportement, mariages, etc.) qui servent de fondement à des coopérations et à des échanges. Ainsi, on estime à près de 2 000 le nombre de travailleurs frontaliers italiens qui se concentrent en un jour dans les Alpes-Maritimes, particulièrement sur l'étroite bande côtière entre Nice et San Remo (MOT, 2007b), auxquels il faut ajouter l'apport du principal pôle d'emploi local qu'est Monaco. Un

autre élément favorable concerne le fait que ces territoires possèdent un patrimoine naturel attractif (climat, luminosité, paysages variés, proximité mer) qui leur a permis de se positionner en tant que régions touristiques de dimension internationale. Cette spécialisation dans une économie résidentielle, surtout dans les Alpes-Maritimes et à Imperia, est porteuse de financements et d'investissements (20% des touristes étrangers sont des Italiens sur la côte d'Azur (Observatoire du Tourisme des Alpes-Maritimes, 2007), et d'images de marque positives voire élitistes. Enfin, sur cet espace transfrontalier, la Riviera franco-italienne – de Cap d'Ail à San Remo – est une véritable force, puisqu'elle est une vaste région urbaine qui organise et dynamise les territoires et les pousse vers une économie de services. Elle se prolonge partiellement vers la technopole de Sophia-Antipolis, fer de lance de l'innovation azurée.

Parallèlement à ces atouts, le territoire franco-italo-monégasque possède certaines **faiblesses**. Au premier rang, le déséquilibre spatial de développement est frappant entre d'une part, les aires urbaines du littoral et de la province de Cuneo – véritables bassins de vie et d'emploi –, et d'autre part, les arrière-pays qui constituent des zones montagneuses peu peuplées, aux activités agricoles et artisanales déclinantes. Cette forte dichotomie pose des difficultés d'aménagement du territoire, aussi bien pour les territoires en voie de déclin dont il faut préserver les équipements, les services et les accessibilités, que pour les espaces dynamiques où apparaissent des externalités négatives (surconsommation spatiale, déplacement, pollution, etc.). Directement liée à cette première contrainte, l'insuffisance de l'offre de logements pour les actifs locaux sur le littoral est une entrave pour le développement économique régional. En effet, tant en Italie qu'en France, les prix du foncier et de l'immobilier n'ont cessé de croître en raison d'une offre réduite en constructions neuves sur les espaces littoraux et d'un manque de disponibilité foncière qui contraignent les ménages à s'installer de plus en plus loin à l'intérieur des terres. Parallèlement, les populations étrangères investissent largement dans les Alpes Maritimes : on estime ainsi à plus de 40 000 le nombre de résidences secondaires qui y sont détenues par des étrangers, dont plus de la moitié par des Italiens (Calzada *et al*, 2004). Le pouvoir d'achat de ces acquéreurs contribue fortement à faire monter les prix au-delà des capacités des résidents. Cette situation concerne particulièrement la zone de Menton et la ville de Nice que les populations italiennes apprécient, mais aussi l'est de la province d'Imperia et sa « Riviera des Fleurs » convoitée par les Italiens du centre du pays. Ainsi, l'enjeu du foncier est fondamental pour cette zone transfrontalière. La troisième faiblesse de ce territoire est la conséquence de la précédente : elle porte sur les disparités entre infrastructures de transports et mobilités. En effet, les déplacements domicile-travail s'accroissent au rythme de l'étalement urbain, tout particulièrement dans la partie française, et s'effectuent principalement par mode routier (ADAAM, 2002). Il en résulte une saturation des axes routiers et autoroutiers (CNDP, 2006), qui s'explique en partie par l'insuffisance d'infrastructure de transports collectifs, notamment ferroviaire. Et le déséquilibre entre offre et demande en transports locaux et régionaux de

proximité n'arrange rien à ces difficultés. Tout ceci constitue une limite forte à l'accessibilité générale de ce territoire transfrontalier. Enfin, dernière contrainte, en comparaison avec d'autres espaces transfrontaliers en Europe (Belgique, Luxembourg, Suisse, Allemagne, etc.), les coopérations transfrontalières dans l'aire d'étude sont faibles et éclatées thématiquement : sur 130 projets transfrontaliers recensés par la MOT en 2006, seuls onze concernaient notre territoire et toutes les thématiques étaient représentées (santé, environnement, tourisme, économie, formation, transport, administration). Plus encore, la coopération transfrontalière émanant vraiment de la société civile est limitée en raison des faibles liens d'interdépendance économique existant entre les trois espaces frontaliers. Les relations de partenariat industriel et de sous-traitance sont *quasi* inexistantes. Les acteurs économiques sont plutôt sur la défensive : d'un côté, les PME françaises se plaignent de la concurrence des artisans italiens des métiers du bâtiment, et de l'autre, les entreprises italiennes travaillant dans le secteur des services – tourisme et professions médicales notamment – subissent la concurrence des pôles azuréens français et monégasques, plus attractifs... Finalement, toutes les défaillances de ce territoire se résument dans le fait qu'il fonctionne selon une économie de rente de situation (touristique puis résidentielle), largement dépendante de l'extérieur, mais qui ne bénéficie pas assez des interactions locales transfrontalières.

Pour poursuivre la compréhension du fonctionnement de l'espace transfrontalier franco-italien, il convient de s'interroger sur les enjeux territoriaux et thématiques. Ici, les espaces à enjeux concernent, d'une part, les deux aires urbanisées que sont la région de Cuneo et la métropole azurée et, d'autre part, les arrière-pays. Pour les premiers, il s'agit de maintenir et de maîtriser leur attractivité et leur développement économiques. L'accessibilité du territoire et l'urbanisation²⁰ sont perçues par les autorités locales comme étant les principaux enjeux de l'aménagement du territoire de la métropole azurée (Préfecture des Alpes Maritimes, 2003). La province de Cuneo est davantage préoccupée par la diversification de son économie fortement dépendante de l'activité industrielle (Regione Liguria, 2007). Pour les seconds, il s'agit de résoudre l'équation suivante : comment protéger un environnement fragile tout en le rendant économiquement attractif ? Aussi, leur avenir passe par un désenclavement maîtrisé leur permettant de participer à la dynamique portée par les aires urbaines voisines. L'enjeu de ces arrière-pays est alors de parvenir à forger un projet de territoire qui concilie le développement de nouvelles activités et le respect du cadre environnemental fortement menacé par l'extension de l'urbanisation (Laboratoire d'Analyse Spatiale Université de Nice, 1995). Cependant, il est à noter que, sur la zone étudiée, les sphères politiques et civiles ne considèrent pas la frontière comme un enjeu spatial ou thématique : il s'agit bien ici d'une preuve de l'importance de la vision des acteurs dans la construction de préoccupations transfrontalières.

²⁰ Pour ce qui est de l'urbanisation, les autorités sont confrontées à un problème complexe : est-ce qu'il faut mener une politique de croissance urbaine afin de répondre à la demande de logement ou bien faut-il « la stopper » afin de protéger l'environnement et dans ce cas opter pour une politique de « décroissance urbaine ? »

2.2.2.4. Des territoires traversés par des enjeux communs

Plus que les caractéristiques, ce sont les enjeux d'un territoire qui sont importants pour le définir. Formulé au croisement de plusieurs thématiques sur les acquis d'un diagnostic spatial, l'enjeu d'un territoire est une problématique qui porte un potentiel de changement et qui traduit une nécessité à agir pour réduire un problème existant sur le territoire. Traduisant son devenir, l'enjeu du territoire reflète fondamentalement les choix sociaux et d'aménagement des acteurs dont les stratégies doivent être concertées. En ce sens, un enjeu est porteur de nouvelles cohésions comme de possibles différenciations frontalières.

■ Les déséquilibres du territoire et leurs conséquences

La répartition de la population traduit d'emblée un enjeu primordial de ce territoire. De cette structure spatiale²¹ (Figure 2.3), découlent trois enjeux d'aménagement communs à cette zone transfrontalière. Premièrement, doit être posée la question de l'équilibre spatial régional. En France et en Italie, au-delà des frontières, les arrière-pays sont en voie de déclin, à travers leurs activités agricoles, leurs mauvaises accessibilités et leurs faibles peuplements. Pourtant, face aux littoraux surpeuplés, ils pourraient être porteurs de nouvelles dynamiques proches du développement durable (ressources paysagères, tourisme de nature, agriculture de qualité, réserves foncières...). Mais, la majorité des acteurs politiques n'a pas encore pris conscience de cet enjeu. Deuxièmement, la frontière produit de nouveaux déséquilibres territoriaux, qui renouvellent les enjeux du territoire. Ainsi, l'organisation des flux pendulaires (Figure 2.8) montre des territoires dominés (émetteurs de la main-d'œuvre transfrontalière, et situés en France et en Italie) et des territoires dominants (récepteurs de la main-d'œuvre transfrontalière à l'image du bassin d'emploi de Monaco et de celui de la Côte-d'Azur). Cette dissymétrie contribue à creuser des écarts en termes de développement local et fait naître des conflits de voisinage (cf. l'enjeu de localisation d'une usine d'incinération d'ordures ménagères à Monaco) (MOT, 2007). Troisièmement, les très fortes densités dans toute la zone littorale produisent des externalités négatives communes à tout le territoire transfrontalier. La saturation des espaces entraîne une pression foncière telle qu'il devient difficile pour les actifs de se loger, tout particulièrement dans les zones où l'économie résidentielle atteint des niveaux record (85% à Menton, taux le plus fort de France) (Davezies, 2008).

■ Les dysfonctionnements du système de transports

Dans ce territoire morcelé et entravé par des contraintes naturelles, les infrastructures de transport jouent un rôle fondamental parce qu'elles assurent les liens entre les lieux, et les désenclavements territoriaux. Pourtant, là aussi, les potentialités et les difficultés du territoire transfrontalier ne sont pas homogènes dans l'espace. Sur la partie littorale, tous les modes de transports apparaissent concentrés linéairement, et les infrastructures routières y sont

²¹De manière nette, une très forte dichotomie spatiale apparaît entre deux pôles de peuplement. Au Nord, la marge méridionale du réseau métropolitain nord-italien polarisé par Turin et dont l'influence atteint Cuneo, s'oppose à la mégropole azuréenne, située au Sud. Entre ces deux aires urbaines densément peuplées et actives, les arrière-pays français et italiens constituent une zone de vide relatif, peu peuplée et enclavée, dans laquelle la disposition du relief est une contrainte majeure pour les communications transversales.

nombreuses (cf. figure 2.1). Au contraire, dans la partie nord de la région, polarisée par Cuneo, la dispersion spatiale des transports et la multiplicité des modes de transport montrent l'existence d'une bonne accessibilité territoriale, et des possibilités fortes d'inter-modalités. Mais plus que ces questions de répartition spatiale, ce sont les fonctionnements des infrastructures de transport qui posent problème dans la région, attestés par plusieurs exemples. La lenteur et la faible fréquence des trains sur la ligne ferroviaire de la vallée de la Roya est indigne de l'axe Nice-Cuneo. De même, l'unique ligne ferroviaire Marseille-Vintimille a acheminé 13 millions de voyageurs en 2002, et devrait atteindre le chiffre impressionnant de 24 millions de voyageurs en 2020 (MOT, 2006). Si l'on tient compte du fait que cette ligne est aussi utilisée pour les transports de marchandises (en 2004, plus de 500 000 tonnes de marchandises ont transité par le point de passage frontalier de Vintimille), on comprend aisément la saturation de cette infrastructure et les troubles qui en découlent (retards, annulations, faibles fréquences, etc.). Plus encore, la congestion touche le réseau routier. En 2004, près de 5 000 poids lourds et 18 000 véhicules légers arrivaient chaque jour à Vintimille par l'Autoroute A8 (en croissance de respectivement 20% et 15% en 4 ans) (CETE-Méditerranée, 2004, 2006). En somme, ces chiffres de fréquentation témoignent de l'attractivité du territoire transfrontalier, mais aussi de son incapacité à gérer et valoriser cette force.

■ Une accessibilité bien problématique

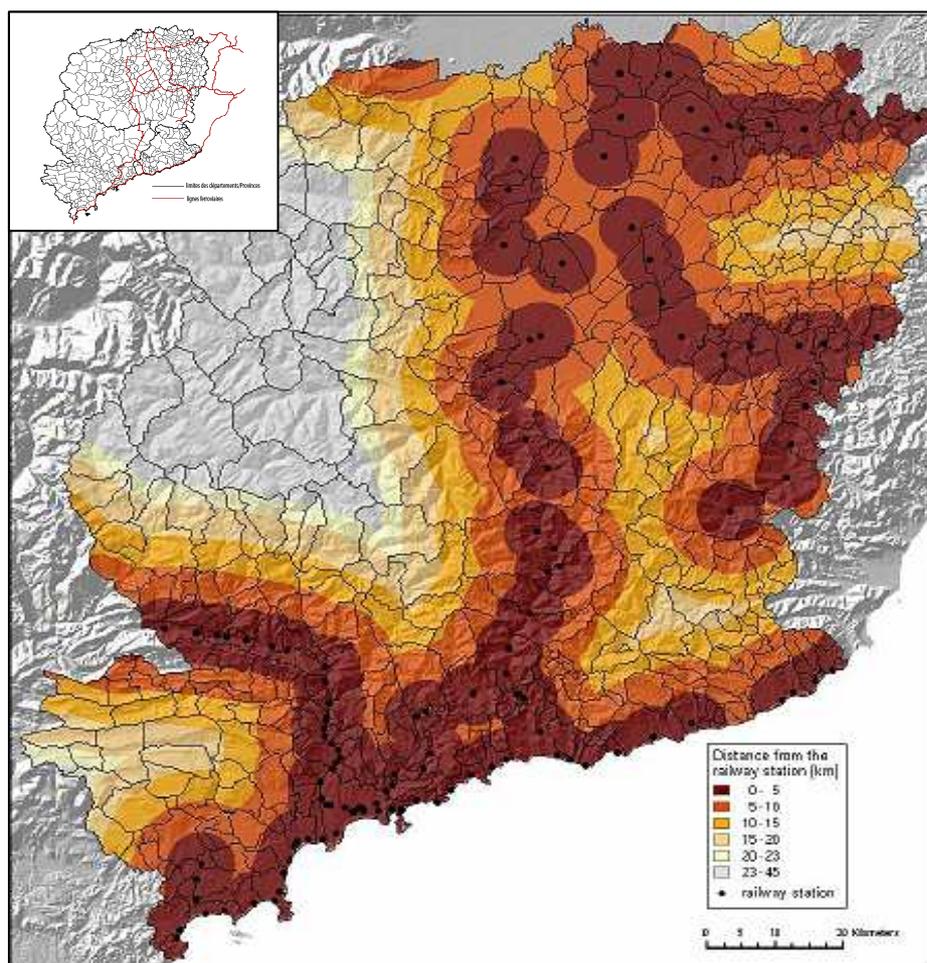


Figure 2.9 : Accessibilité ferroviaire de l'espace transfrontalier franco-italien

La figure 2.9 traduit la nature de l'accessibilité ferroviaire de l'espace transfrontalier. Cette accessibilité calculée sur la distance entre l'infrastructure des gares existantes en 2006, témoigne clairement de l'existence d'une disparité et donc d'un déséquilibre spatial illustré par la présence de trois niveaux d'accessibilité des territoires. Le premier niveau est délimité par les territoires les plus accessibles, localisés entre la première et la troisième couronne, et qui se situent entre 0 et 15 km de distance des gares ; en seconde position, on retrouve les territoires les moins accessibles par rapport aux précédents. Ce sont les territoires situés entre 15 et 23 km des gares. Et enfin, en dernière position siègent les territoires totalement exclus des isochrones accessibles, autrement dit, les territoires situés au dessus de 23 km de distance des gares ferroviaires. Cette figure fait office d'état des lieux sur l'accessibilité actuelle de l'ensemble du territoire transfrontalier. Elle indique les espaces exclus et vient conforter l'idée d'une nécessité d'un aménagement intelligent, celui-là même qui peut garantir l'équilibre de cet espace, gommer et atténuer au mieux les nombreuses disparités. L'aménagement intelligent représente un défi pour tous les acteurs, qui devient d'autant plus difficile dans un

espace où les territoires les moins accessibles, sont ceux qui se localisent au niveau du moyen pays et de l'arrière-pays. Or, l'essentiel de ces territoires sont entourés de zones naturelles dont la plupart sont protégées. Aussi, dans un contexte de lutte pour la protection des espaces naturels, le défi que doivent relever les acteurs est de devoir nécessairement concilier accessibilité et protection de la nature. Nécessairement car, au-delà des territoires, des populations demandent à être reliées de façon efficace à leur lieu de travail qui le plus souvent se situe dans la partie littorale de l'aire d'étude. Aussi, pour apporter un début de réponse aux besoins des territoires mais aussi des populations, il est urgent de mettre en place un schéma de fonctionnement cohérent du réseau de transport transfrontalier. Un schéma qui ferait de l'association entre tous les modes de transport déjà existants et à venir (LGV PACA par exemple) une priorité dans toute action visant à restructurer le réseau en place. C'est pourquoi réussir cette association, c'est répondre à l'impératif de mise en place d'un réseau de transport de proximité efficace, parce que relié au reste du territoire.

■ Des dynamiques spatiales locales et régionales

Les dynamiques spatiale et temporelle d'un territoire sont fondamentales à étudier parce qu'elles renvoient à des situations futures, à des potentiels de développement, et aussi à des questions et des enjeux d'aménagement. Pour comprendre ces évolutions spatiales, nous avons choisi d'analyser l'occupation du sol, parce qu'il s'agit d'un indicateur synthétique qui traduit aussi bien les répartitions des hommes que celles des activités ou du milieu naturel et urbain. Quatre classes d'occupation du sol ont été retenues à partir de la base de données Corine Land Cover (www.eea.europa.eu/themes/landuse) **de 1990 et de 2000**. La figure 2.10 représente la dynamique de l'occupation du sol entre 1990 et 2000. Sur cette même figure, sont représentés les pixels ayant changé d'état entre les 2 dates (cf. Annexe 2 : Occupation du sol 1990 et 2000). La stabilité du territoire apparaît comme un fait marquant : seuls 3 % des cellules ont changé d'état. Il s'agit principalement de la transformation de zones agricoles ou forestières en territoires urbains, par effet de voisinage. Cet étalement urbain important prend des formes différentes dans l'espace, suivant la configuration du relief et non la proximité de la frontière. En France, l'urbanisation gagne des zones continues à l'ouest, là où les espaces collinaires favorisent le desserrement de la métropole azurée ; dès que le relief devient plus fort, la croissance urbaine est plus limitée voire inexistante (façade est du littoral français et partie italienne). En revanche dans la plaine italienne de la province de Cuneo, l'étalement urbain est plus diffus, en relation avec la configuration du semis urbain existant. Bien entendu, cet étalement urbain est également conditionné par les réglementations qui protègent différemment les espaces. Ainsi, en Italie, le « Programmi Integrati Territoriali » aborde davantage la question de l'urbanisation que ne le fait la « Directive Territoriale d'Aménagement du territoire » en France ; de même, le littoral est plus préservé en Italie

qu'en France, malgré la loi « littoral »²². Le second fait marquant concerne l'évolution différente des espaces agricoles situés de part et d'autre de la frontière. En Italie, les espaces agricoles et les forêts enregistrent une nette croissance, surtout dans la province de Cuneo ; les activités agricoles repartent à la conquête des zones montagneuses grâce à un « concept » d'agritourisme dynamique et diversifié (productions de vin, d'huile d'olive, de fruits et légumes, de fleurs complétées par un tourisme vert). En revanche, en France, le développement de nouvelles terres agricoles est quasiment inexistant, et celui d'espaces forestiers totalement absent. Ces disparités entre la France et l'Italie traduisent des fonctionnements, des mises en valeurs, et des politiques d'aménagement particuliers, de part et d'autre de la frontière.

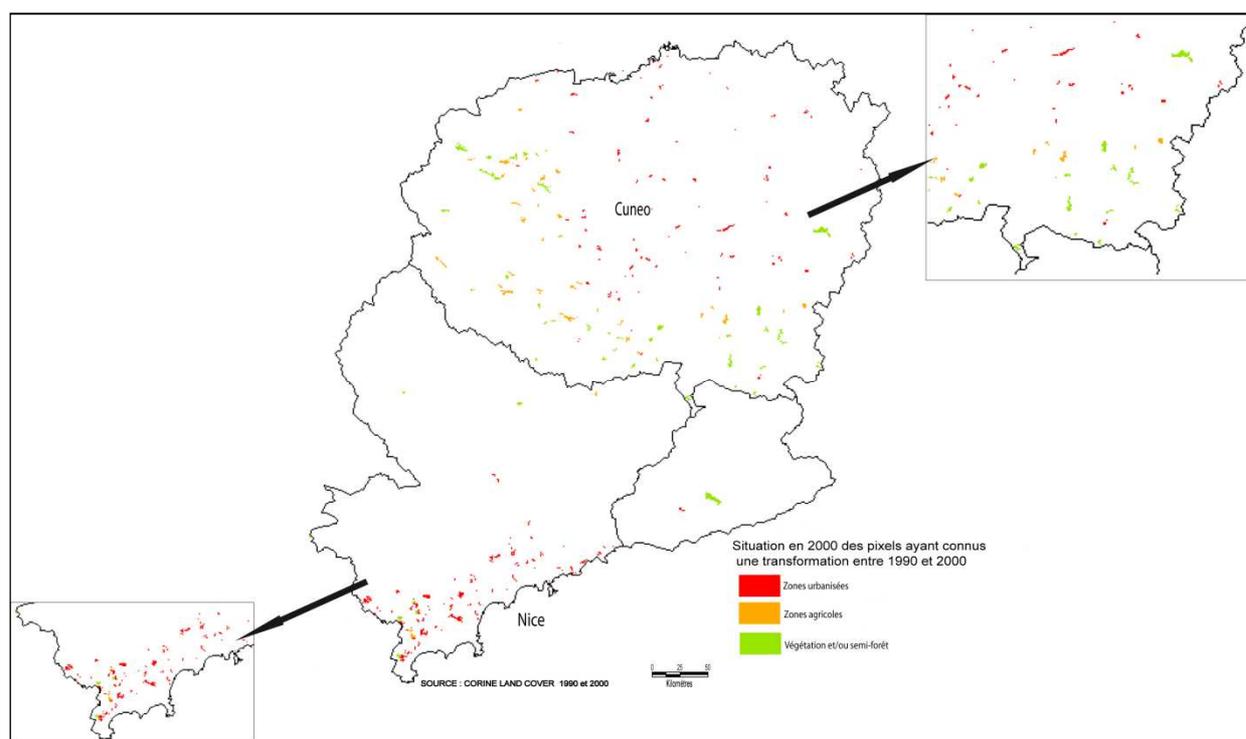


Figure 2.10. : Dynamique de l'occupation du sol entre 1990 et 2000

Le territoire franco-italo-monégasque est donc un espace où la frontière est largement transcendée, avec une identité et des problématiques communes, avec des mobilités souvent quotidiennes par-delà la discontinuité. La frontière n'y joue que peu un rôle de barrière, mais plus celui de contact, de filtre, et d'interface, par la rente spatiale différentielle qu'elle implique (Brunet, 1967 ; Ferrier, 1984 ; Gay, 1995 ; Hubert, 1993) Chapelon *et al*, 2008). Pour les habitants, dans leurs vies quotidienne et professionnelle, la frontière représente une ressource territoriale et non un handicap. En revanche, est-elle aussi présente dans les

²² D'où l'importance pour le géographe de s'interroger sur l'efficacité des documents d'aménagement dans toute démarche visant à évaluer le devenir d'un espace. Cette question de l'efficacité des documents d'aménagement, en d'autres termes leur application sur les territoires, est évoquée dans la partie 3 de cette étude.

préoccupations de développement et d'aménagement des acteurs politiques et des collectivités territoriales? Est-ce à dire que cet espace n'est pas un territoire de projets où la coopération transfrontalière se réalise pleinement? Seule une analyse approfondie de son cadre institutionnel permettra de lever le voile sur ces incertitudes.

2.2.3. Le territoire institutionnel de l'espace transfrontalier-franco-italo-monégasque

2.2.3.1. Des instruments juridique et politique limités

S'intéresser à l'aspect juridique et politique d'un espace transfrontalier, c'est mettre en lumière la véritable nature de la gouvernance territoriale. Et, en matière de gouvernance transfrontalière, l'une des caractéristiques majeures de ce territoire est l'individualisme politique ambiant qui constitue un frein à la réalisation des projets territoriaux. Cet individualisme peut être expliqué par le faible champ d'action des instruments juridiques, pourtant points de départ de l'existence d'une coopération forte dans un espace transfrontalier. En témoignent les instruments déjà existants et qui se situent à plusieurs niveaux.

Au niveau des Etats, on peut citer la Convention-cadre européenne de Madrid qui reconnaît le droit aux territoires délimités par une frontière, de conclure des opérations de coopération transfrontalière. S'ensuit un protocole additionnel grâce auquel différents traités bilatéraux ont fourni un premier cadre juridique indispensable et sont significatifs d'un élan politique à la collaboration. Ces textes précurseurs ont jeté les bases de l'action des collectivités par l'organisation de groupes de travail, peu réguliers et pérennes, à l'image de l'accord intergouvernemental franco-italien de 1981 (Lamassoure, 2005). Puis, avec la volonté de réaliser des projets de plus grande envergure, la nécessité de disposer de structures de coopération proprement dites (groupements locaux dotés ou non de la personnalité juridique) s'est imposée. Certes, l'Accord de Rome, signé avec l'Italie en 1993, a bien été créé dans cette perspective ; mais, il ne permet pas d'assurer la maîtrise d'ouvrage dans des projets visant à de véritables stratégies d'aménagement de l'espace transfrontalier (Accord de Rome, 1993).

Au niveau régional, le GEIE EUROGIN - Groupement Européen d'Intérêt Economique, créé dans le cadre de la Région Economique Européenne des Alpes de la Mer, composée du Piémont, de la Ligurie – a été créé en 1994, à l'initiative des Chambres de Commerce de Nice, de Cuneo et d'Imperia, avec pour objectif de réaliser à terme une véritable Euro région, en valorisant les intérêts communs des PME locales du Piémont, de la Ligurie et des Alpes-Maritimes. Le GEIE a été ouvert à d'autres personnes morales de droit public et de droit privé, mais les rapports avec les autorités publiques sont très différents de part et d'autre de la frontière : du côté français, le GEIE ne réunit que les Chambres de Commerce alors que du côté italien, les membres sont de statuts divers (municipalité, agence de tourisme, chambre de commerce et Unioncamere). Sur le plan régional, on peut également mentionner le programme de coopération ALCOTRA (Alpes Latines Coopération

Transfrontalière), qui s'est inscrit dans le cadre européen des programmes INTERREG III au cours de la période 2000-2006. Plus de 130 projets ont été financés. Ces actions contribuent à créer un environnement juridique et politique fort dans un contexte transfrontalier (Préfecture de la PACA, 2006). La nouvelle impulsion vient aujourd'hui de « l'Euro région des Alpes-Méditerranée », qui réunit les régions de la Provence-Alpes Côte d'Azur, du Rhône-Alpes, du Piémont, de la Vallée d'Aoste et de la Ligurie. Inaugurée en janvier 2008, elle a pour objectif de constituer un « espace de coopération visant l'intensification des échanges et le renforcement des liens entre les 5 régions ». L'innovation ne réside pas dans la démarche institutionnelle partagée, mais dans la création en cours d'un Groupement Européen de coopération Transfrontalière (GECT), outil juridique institué par la Communauté Européenne pour la période 2007-2013. Dans une perspective à la fois décentralisée et intergouvernementale, et grâce à sa souplesse et sa polyvalence, le GECT doit permettre la mise en place d'une institution de gouvernance pérenne, capable non seulement d'assurer la promotion sur le plan politique de la coopération transfrontalière, mais aussi l'efficacité de la maîtrise d'ouvrage dans l'élaboration du projet de territoire. Les acteurs politiques italiens et français ont misé sur ce qui est susceptible de constituer un saut qualitatif dans l'organisation de la coopération transfrontalière, et ses réalisations concrètes. Notons que ces accords bilatéraux énoncés ne sont pas particuliers à la frontière franco-italienne, puisqu'il s'agit d'un dispositif européen que l'on retrouve autour de toute limite politique européenne (Casteigts 2003).

Au niveau local transfrontalier, contrairement à l'espace transfrontalier situé entre le Luxembourg, l'Allemagne et la Suisse où des Groupements Locaux de Coopération Transfrontalière (GLCT) se sont créés pour permettre de gérer (financièrement et juridiquement) des projets de territoires, dans un cadre pérenne, et en tant que véritablement maître d'ouvrage, il n'existe pas réellement de structure juridique ou politique commune, ni d'outil de gestion ou de planification conjointe. C'est plutôt une démarche de projets autour des services publics de proximité (eaux, déchets, transports) ou des équipements structurants (santé, pôle universitaire) qui sont privilégiés. Cette absence d'instrument juridique s'explique par la situation de concurrence territoriale qui prévaut dans l'espace transfrontalier franco-italo-monégasque, ce qui a pour conséquence de ne pas inciter les élus à rechercher un instrument commun de gouvernance. L'absence d'instrument juridique à l'image du (GLCT) le long de la frontière franco-italienne traduit, de manière incontestable, le faible niveau d'institutionnalisation, l'inertie et la complexité des coopérations.

2.2.3.2. L'incidence de l'insuffisance des instruments juridiques sur la coopération transfrontalière

Analyser la nature de la coopération transfrontalière signifie comprendre les relations de voisinage entre territoires, citoyens et acteurs privés/publics de part et d'autre de la frontière. Malgré l'absence d'instruments juridiques véritables au niveau local, on recense des

coopérations et/ou collaborations de proximité visant à atténuer les disparités et à valoriser les complémentarités territoriales pouvant exister.

Encouragés par des instruments institutionnels et financiers de niveau européen et/ou régional, on peut voir ainsi se développer des projets de coopération. Bien que ces coopérations soient multiples et multiformes, leur nombre ne doit pas être cependant le seul critère d'évaluation du niveau de la coopération transfrontalière dans cet espace. La nature des projets, leur pérennité ainsi que leurs limites sont les données qui permettent une vision objective de la réalité de la coopération transfrontalière. Aussi, un grand nombre de projets de coopération ont vu le jour autour de la frontière franco-italienne, impliquant différents acteurs et concernant des espaces et des secteurs d'activité variés. Les répartitions thématique et spatiale des projets de coopération montrent que les préoccupations sont multiples. On peut les regrouper autour de six grandes thématiques (Figure 2.11) qui indiquent toute une certaine vivacité de la coopération transfrontalière, loin d'être apparente si l'on s'en tient aux chiffres. A titre d'exemple, sur les 135 projets développés dans le cadre du programme INTERREG III B, dans l'espace MEDOCC, entre 2002 et 2006, dix ont abouti avec la participation d'une structure des Alpes-Maritimes, et en très grande majorité avec un partenariat italien. Les répartitions thématique et spatiale des projets (Figure 2.11) démontrent que l'objet de ces nombreuses préoccupations touche à tous les aspects de la vie des populations, et concerne l'ensemble du territoire d'étude. On peut distinguer quatre grands axes comme l'environnement qui regroupe des domaines différents [milieu marin et littoral, milieu naturel (massifs montagneux), les transports], la santé avec des initiatives dans divers secteurs (dentaire, chirurgie vasculaire, radiologie, etc.), l'enseignement (partenariats universitaires et scientifiques) et enfin le patrimoine (héritage culturel et architecture).

Premièrement, interviennent la protection et la valorisation de l'environnement avec des initiatives précoces dans le domaine maritime, notamment avec l'accord RAMOGE, signé par la France, l'Italie et Monaco dès 1976. Cet accord a pour principale ambition de protéger le milieu marin et de lutter contre la pollution du littoral de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, de la Principauté de Monaco et de la Région Ligurie (www.ramoge.org). Les trois Etats (la France, l'Italie et Monaco) ont ratifié, en 2002, un accord de protection des mammifères marins et de leur habitat qui s'étend de la presqu'île de Giens, en France, au nord de la Sardaigne et au sud de la Toscane, soit une superficie totale de 85 000 km². Dans le domaine maritime, cette initiative est une primeur en matière de collaboration internationale. Plus récemment, en 2005, a été lancé un projet de gestion intégrée de la zone côtière transfrontalière Monaco-Menton-Bordighera (Ligurie occidentale) dont l'objectif est de parvenir à une meilleure gestion des usages de l'eau et notamment de diminuer les rejets polluants à l'échelle du bassin versant transfrontalier du fleuve Roya et de la zone littorale. D'autres tentatives de gestion commune de la ressource en eau ont été mises en place autour du Bassin Intégré de ce fleuve, ou encore entre Menton et Vintimille, pour la captation d'eau douce en Méditerranée. La protection des massifs alpins du Mercantour et de l'Argentera est également l'enjeu d'une collaboration transfrontalière engagée depuis 1987 entre le Parc

national français du Mercantour (PNM) et le Parco naturale Alpi Marittime (PNAM), mitoyen. Ce processus de coopération a connu trois temps forts : l'adoption d'une Charte de jumelage en 1998, la création d'une cellule transfrontalière permanente inter-parcs en 2003 et la signature, en 2008, d'une nouvelle convention de partenariat entre les deux parcs. Les programmes communautaires INTERREG et LIFE ont permis aux deux parcs de conduire des opérations de suivi et de réintroduction d'espèces animales, et de réaliser de nombreux projets à caractères technique, scientifique et éducatif. Les parcs projettent la création à moyen terme, d'un parc unique. Leur fusion en une seule entité internationale gestionnaire de l'espace protégé transfrontalier serait la première structure de ce type au monde. Dans le domaine des transports, le stade de la simple coordination de réseaux existants est déjà difficile à construire, comme l'attestent les difficultés de liaison le long du littoral transfrontalier, liées à des discontinuités techniques. Mais, confrontés aux grands opérateurs routiers ou ferroviaires, les partenaires transfrontaliers ont compris qu'ils devaient s'unir pour faire entendre les préoccupations locales et régionales d'aménagement : le projet INTERREG III-B ARCOMED, qui vise à mettre en commun les divers projets de liaison ferroviaire à haute vitesse le long de l'arc méditerranéen, et le projet SISTema (porté par Cuneo et Menton) qui promeut le doublement du tunnel de Tende, en témoignent.

Deuxièmement, il convient d'évoquer la coopération sanitaire et médico-sociale qui s'est largement développée, sous différentes formes de collaborations (informelles et institutionnelles) depuis le début des années 90. Nous pouvons citer différents exemples pour illustrer ce fait. D'abord, le cas des médecins spécialistes français, chirurgiens-dentistes et radiologues qui exercent à la fois en Italie et en France. Il est toutefois difficile de mesurer l'ampleur de ce phénomène et de suivre son évolution, car cette double activité ne fait l'objet d'aucun recensement (Voiron-Canicio, 2002). Ensuite, le cas des collaborations transfrontalières hospitalières entre les trois Etats se positionne de loin comme la forme de coopération la plus dynamique. Pour exemple, au cours de la période 2000-2006, le Centre Hospitalier Universitaire de Nice a été partenaire de quatre projets INTERREG III-A, avec les hôpitaux de Turin, du Val d'Aoste, de San Remo, d'Alessandria, de Cuneo ainsi que d'autres structures hospitalières françaises, telles Grenoble et Briançon. Les financements alloués ont permis d'acquérir du matériel utilisant les technologies de pointe en cancérologie, en télémédecine ou en chirurgie vasculaire. À un niveau plus local (villages et/ou communes) d'autres projets ont été réalisés avec des petites structures hospitalières de zones alpines faiblement peuplées, comme les échanges entre la maison de retraite d'Entracque en Italie et le syndicat inter-hospitalier de la Vésubie. Enfin, la création d'un centre périnatalité transfrontalier à Menton en 2003 se distingue comme une initiative particulièrement porteuse en matière de complémentarité d'équipement. Première en Europe, cette infrastructure permet d'assurer une meilleure intégration des ressources sanitaires entre Menton et Imperia, à travers une application similaire des pratiques médicales. Il faut noter que même si elles sont lentes à se développer des collaborations dans le secteur bien pointu des industries de biotechnologies existent.

Troisièmement, les partenariats universitaires et scientifiques alimentent un grand nombre de projets allant de classes bilingues à la création d'un réseau d'universités (le Pôle de Recherche et d'Enseignement Supérieur Euro-méditerranéen regroupant les universités du Sud de la France et celles du Nord de l'Italie), et à la mise en place de cursus de formation doublement diplômant (Diplôme Universitaire des métiers du transfrontalier, en collaboration entre les Universités de Gênes et de Nice Sophia-Antipolis). Des programmes de recherche intégrés s'inscrivent dans cette perspective, et portent sur des domaines médicaux ou de la haute-technologie.

Quatrièmement, les projets de coopération culturels sont nombreux et s'orientent autour des problématiques patrimoniales et architecturales, à l'image de la sauvegarde et de la valorisation touristique des « Voies Romaines en Méditerranée ». De même, l'initiative « Sentinelles des Alpes » a visé à mettre en valeur le patrimoine fortifié des Alpes franco-italiennes, grâce à un financement INTERREG III ALCOTRA ; des opérations de conservation, des promotions touristiques et culturelles, et des mises en réseau de sites fortifiés ont été organisées.

L'inventaire des projets de coopération indique un espace riche en projets visant à mutualiser les potentialités des territoires ou organiser leurs complémentarités. Mais que se cache derrière cette multitude d'initiatives ? Quel bilan peut-on dresser à partir de ces actions de coopération transfrontalière ?

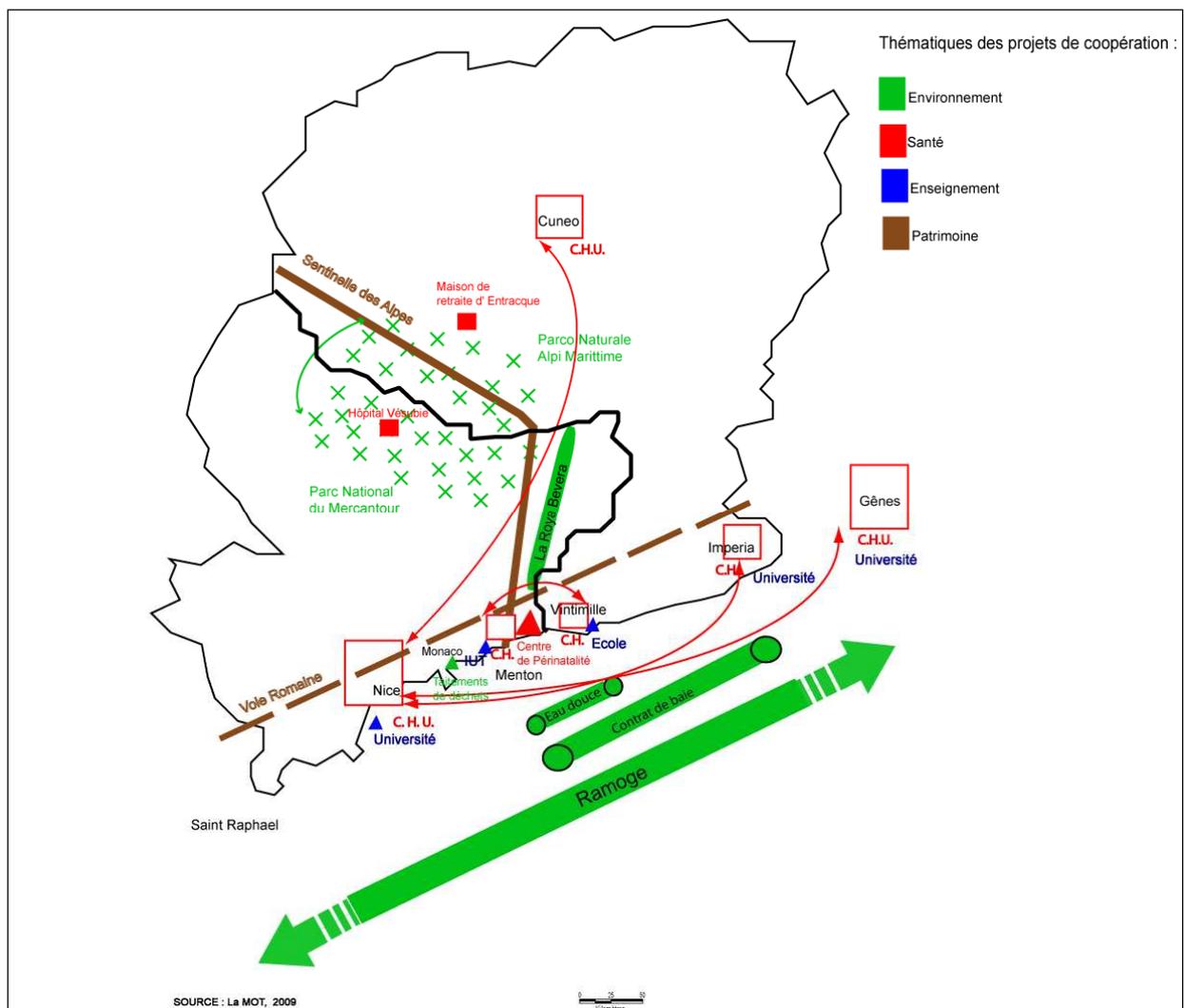


Figure 2.11. : Les projets de coopération transfrontalière entre la France, Monaco et l'Italie

■ La coopération transfrontalière franco-italienne : du stade embryonnaire à l'émergence d'une réelle fonctionnalité

Lorsqu'on examine de près l'ensemble des programmes de collaboration, il en ressort que l'issue des mesures entreprises pour tenter d'asseoir les projets de coopération transfrontalière peut être remis en question. Parce qu'ils s'inscrivent dans le cadre d'une réglementation européenne, et parce qu'ils bénéficient d'un quota de temps et de fonds contingenté, les actions menées, faute d'une assise suffisamment solide, ont un aboutissement qui ne peut satisfaire entièrement aux objectifs initiaux à vocation de valorisation du territoire alpin transfrontalier. Le cas du projet franco-italien « Sentinelles des Alpes » qui a dégagé d'importants moyens à hauteur de 4,5 millions d'euros financés en partie par Interreg, est un exemple frappant où, malgré une charte de qualité, les engagements pris n'ont pu aboutir à des résultats concluants sur le long terme en fait de valorisation touristique. À l'heure actuelle, les actions menées en matière d'environnement et de santé, semblent s'inscrire dans la durabilité. Malgré tout, les analyses empiriques menées sur les retombées des programmes d'actions révèlent encore des défaillances. C'est le cas notamment des deux espaces protégés

que constitue l'aire d'étude où s'exerce pourtant une illustration de coopération transfrontalière emblématique. Les rapports requis par ces deux parcs naturels, conjugués à l'audit de la mission EUROPARC 2002, soulèvent plusieurs limites dont la principale se caractérise par un manque de dénominateur commun en termes de stratégies durables ; viennent ensuite les pénuries financières, une hétérogénéité entre les gestionnaires qui constituent un frein au développement d'actions communes. Par ailleurs, le personnel français se heurte à la barrière linguistique, un problème accentué par des modules de formations trop échelonnés. À cette liste, vient s'ajouter le manque de linéarité dans les échanges entre les populations, les acteurs locaux et les gestionnaires des espaces protégés, ce qui soulève des réticences au sein des élus locaux à l'endroit des projets lancés par les deux parcs.

Les projets de coopération transfrontalière sont parfois sujets à de vives polémiques au regard des résultats souvent insatisfaisants qui relèvent du domaine sanitaire et médical. Stéphane Jargeland, directeur des Affaires Internationales au CHU de Nice fait part de ses observations quant au manque de profondeur du programme de partenariat, en constatant notamment le caractère restrictif des retombées sur le territoire : *Ces projets sont essentiellement liés à une discipline médicale et, par conséquent, ne contribuent pas à structurer en profondeur les futures coopérations entre les partenaires de part et d'autre de la frontière. Ils ne permettent pas, en l'état, de transformer la façon de coopérer entre partenaires, puisqu'ils ne modifient pas l'organisation de l'offre de soins. Ils ne facilitent pas non plus la mobilité des patients. Néanmoins, ils permettent deux choses essentielles : rapprocher des acteurs de santé qui auparavant ne se connaissaient pas au sein de la même zone transfrontalière et contribuer à accroître la qualité des soins par les échanges relatifs aux pratiques professionnelles* (Jargeland, 2004). Il constate par ailleurs, toujours pour ce qui relève de la santé, que l'autonomie des collectivités locales et leur désengagement à l'égard de la coopération transfrontalière constituent un frein à son bon fonctionnement : *Toutes les coopérations transfrontalières hospitalières sont essentiellement impulsées par les acteurs de terrain, à savoir les hôpitaux, pour des questions notamment d'intérêt général. Le politique, même s'il est présent par un accord de subvention, est en revanche trop souvent absent de la réflexion hospitalière, à ce niveau* (Jargeland, 2004). Le problème du manque de mobilisation manifeste de la part des élus locaux relevé dans les évaluations de la coopération transfrontalière de l'aire d'étude, revient fréquemment sur les devants de la scène, ce qui implique inévitablement à remettre en question les modalités de gestion dans le cadre de la mise en application du programme.

■ Un territoire transfrontalier à deux vitesses

S'il est vrai que les élans pour tisser des liens émergent de part et d'autre du territoire franco-italo-monégasque, ils n'en demeurent pas moins au stade embryonnaire et les projets de coopération ne parviennent pas à une mise en application efficiente. Il convient donc de discerner que derrière les bonnes résolutions, se cachent des modalités de travail collectif et

des actions concrètes encore balbutiantes. C'est pourquoi, il est permis de soulever l'idée d'un territoire transfrontalier à deux vitesses, où l'individualisme financier comme politique s'annonce vainqueur et vient entraver la réalisation de tout projet territorial commun, tel qu'il est observé dans les Alpes-Maritimes, où l'on dénote en outre un manque de concertation général quant aux objectifs de chaque instance, et donc une divergence d'aspirations venant ébranler les intentions initiales jugées parfois ambitieuses. Dans les faits, les projets de collaboration se trouvent ralentis par des obstacles d'ordre financier, institutionnel et culturel, auxquels viennent se greffer le manque de déterminisme des élus politiques, une déficience du dénominateur commun aux dispositifs décisionnels et des conflits interrelationnels. Il en ressort qu'en période électorale, la coopération transfrontalière se voit reléguée en queue de peloton sur l'échelle des mesures gouvernementales. Autant de facteurs négatifs qui s'interposent dans la course territoriale transfrontalière, et qui soulèvent la question d'une nouvelle ligne de conduite à adopter pour une valorisation du programme en vue d'en tirer les bénéfices en termes de coopération. À ces fins, il serait envisageable de procéder à toutes les évaluations nécessaires afin d'apporter des éléments de réflexion et de préconisations dans une approche future. En parallèle, il serait judicieux de mettre sur la balance les réelles exigences et les perspectives de valeur ajoutée du programme afin d'en garantir un pilotage judicieux et moins hasardeux. Enfin, il conviendrait de ne pas négliger l'engagement politique, un aspect déterminant sur le plan décisionnel. De toute évidence, par sa position stratégique au coeur de l'Arc méditerranéen et en tant qu'espace interstitiel de la Dorsale européenne, la frontière franco-italienne représente un argument de poids qui ne demande qu'à être valorisé pour ne pas rester à la traîne. Il s'agirait d'en faire là le fil conducteur du projet de ligne à grande vitesse (LGV PACA) qui se profile à l'horizon 2020.

2.2.4. Les aménagements à venir : la place du projet LGV PACA dans l'espace transfrontalier franco-italo-monégasque

Aujourd'hui, les questions qui font enjeux dans l'espace transfrontalier franco italo-monégasque ne peuvent être isolées du projet de ligne à grande vitesse Provence-Alpes Côte-d'Azur (LGV PACA) : c'est en effet *quelque part* entre le littoral azuréen et l'arrière-pays proche que devrait s'inscrire prochainement cette infrastructure de transport (CNDP, 2005). Dans ce contexte, et face aux potentiels et aux faiblesses de cet espace identifiés lors du diagnostic spatial, quels changements la « LGV PACA » traduit-elle et produit-elle dans l'espace et dans les mentalités ?

La nature de la coopération plus proche du stade embryonnaire que d'une réelle fonctionnalité, explique au final pourquoi la LGV PACA n'est pas perçue par les politiques et les organismes professionnels italiens et français comme une opportunité pour bâtir un projet de territoire transfrontalier. Si Réseau Ferré de France (RFF) a lancé des études sur le prolongement de l'infrastructure à grande vitesse ferroviaire jusqu'en Italie (CNDP, 2005),

des incertitudes demeurent quant à sa réalisation car Italiens et Français ne partagent pas la même vision du projet. Pour les acteurs italiens, la LGV PACA doit être, à l'image d'un autre projet de territoire, à savoir le Lyon-Turin, une ligne mixte envisagée pour assurer la desserte de marchandises et de voyageurs, entre l'Italie et la France. En revanche, pour les acteurs français, la LGV PACA doit être une alternative à la saturation du réseau routier et de l'aéroport international de Nice Côte d'Azur, pour les liaisons de moyennes distances : par conséquent, elle doit être exclusivement réservée aux voyageurs. Ainsi, chaque acteur défend ce qu'il considère être un enjeu de développement pour son propre territoire. La dynamique qui s'est mise en place autour du TGV-Est-européen dont le but affiché est de faire de l'Alsace un carrefour intérieur de l'Europe à l'horizon 2020, n'existe pas en région PACA. Pourtant, il semble pertinent de réfléchir aux effets que pourrait induire cette infrastructure ferroviaire sur l'organisation socio-spatiale du territoire transfrontalier tout comme sur son organisation socio-économique.

Or, envisager le devenir de l'espace transfrontalier franco-italo-monégasque à partir d'un projet dont les contours ne sont pas totalement définis, reste un exercice plus que délicat. C'est donc dans cette optique que l'analyse des retours d'expérience sur les récentes LGV vont faciliter la démonstration de l'existence ou non de véritables retombées socio-spatiales et/ou socio-économiques d'une LGV. L'un des effets de la LGV PACA attendus par les acteurs locaux est l'implantation de nouvelles entreprises à capitaux nationaux, et/ou internationaux, dans les conurbations urbaines. Cependant, il faut garder à l'esprit qu'une entreprise ne s'installe que si le territoire qui l'accueille peut lui garantir des compétences et des perspectives de développement. Dans le cas présent, la taille du bassin d'emploi, sa capacité à se régénérer et le fort potentiel de clientèle existante et attendue, associés au prestige de l'infrastructure grande vitesse et à la forte modification de l'accessibilité ferroviaire au départ de Nice, seront déterminants pour attirer des services à fortes valeurs ajoutées.

Mais, dans un espace où les déséquilibres économiques et les discontinuités spatiales sont fortes, une question demeure : la nouvelle ligne LGV PACA pourrait-elle effacer de tels dysfonctionnements en impulsant le développement économique des arrière-pays ? Penser que la LGV pourra directement et à elle seule résorber la question des déséquilibres (économiques et/ou démographiques) entre littoral et arrière-pays est une pure illusion ou un manque de réalisme. En effet, pour que l'infrastructure grande vitesse dynamise directement un territoire, la préexistence des bassins de vie et d'emploi est une condition *sine qua non*. Or, au niveau du peuplement, l'arrière-pays montagnoux est un espace relativement vide et de surcroît difficile d'accès : *a priori*, les effets directs de la future ligne à grande vitesse dans l'arrière-pays seront donc inexistantes. En revanche, le TGV pourrait contribuer indirectement à leur désenclavement si les autres modes de transport existants ou en projet sont réorganisés autour de lui (mise en place d'une plateforme intermodale) et si les services offerts par les divers modes de transport régionaux et locaux sont améliorés. À cet égard, doter

d'infrastructures de transport modernes les axes traditionnels de communication entre le littoral et le Piémont, à savoir les vallées du Paillon et de la Roya, serait une manière efficace de relier l'arrière-pays aux pôles de développement régionaux italiens et français, en prenant appui sur des liaisons transfrontalières. Enfin, l'intégration des arrière-pays à l'ensemble littoral dépendra fortement de la localisation de la future gare TGV de Nice et des gares éventuelles de Menton et de Vintimille. Aussi, à la question suivante : la ligne LGV PACA pourrait-elle contribuer à mieux intégrer les deux espaces frontaliers ? Globalement, la réponse est oui, pour les raisons invoquées dans les lignes précédentes, mais sous réserve que cette infrastructure soit un *vrai* projet transfrontalier, dans lequel l'intégration des territoires soit ressentie comme une priorité de chaque côté de la frontière.

Conclusion du chapitre 2

La démarche de diagnostic spatial transfrontalier proposée dans ce chapitre vise à offrir des pistes de réflexion permettant de saisir le fonctionnement et l'organisation de territoires, en particulier ceux qui bordent les frontières en raison de leur spécificité. Nous l'avons vu, dans une démarche d'aménagement, le diagnostic territorial est un véritable outil d'aide à la décision. Il est à la fois un dispositif de légitimation d'une démarche globale de territoire, un instrument de connaissance de son fonctionnement et un moyen de médiation et de dialogue entre les divers acteurs impliqués. Il s'agit donc d'un document opérationnel, précisant les problématiques et les enjeux du territoire, en prenant en considération ses particularités. La désunion consciente entre dispositif fonctionnel et institutionnel a permis non seulement de détecter les points forts et les faiblesses des territoires, voire leurs terrains d'enjeux, mais aussi de mettre l'accent sur les processus de coopération et de gouvernance, fondamentaux pour un tel outil de débat qu'est le diagnostic.

L'application de la démarche de diagnostic spatial au territoire transfrontalier franco-italo-monégasque a abouti à la mise en évidence du potentiel de cet espace en faisant état des nombreuses lacunes que comporte la coopération transfrontalière. Des lacunes qui représentent un handicap pour la réalisation de projets de territoire pourtant indispensables pour le développement des territoires contigus à la frontière.

L'un des enjeux de cet espace transfrontalier est de parvenir à une meilleure articulation des espaces qui le composent. Cela passe par une amélioration de l'accessibilité à tous les niveaux. Dans cette optique, la future ligne LGV PACA devrait jouer un rôle déterminant, mais à condition que les autres moyens de transport soient réorganisés autour d'elle et que la localisation des gares TGV soit étudiée à partir d'une approche globale et multiscale.

Tout comme la démarche de diagnostic spatial a permis de saisir l'organisation spatiale du milieu transfrontalier franco-italien, le retour d'expérience des retombés des Lignes à grande vitesse va permettre d'appréhender les effets et enjeux qui devraient accompagner le projet LGV PACA.

Chapitre 3. Représentations de la LGV PACA et estimation de « l'impact TGV » sur les territoires desservis

3.1. Les représentations de la LGV PACA

Le projet LGV PACA dont l'encadré 2 récapitule les dates importantes a fait l'objet d'un débat public en 2005 que nous avons suivi avec attention.

Encadré 2 : Dates importantes et historique du projet LGV PACA

-Janvier 1989 : l'inscription de la LGV Méditerranée, y compris une branche « Côte d'Azur », au schéma directeur,
-Septembre 1995 : lancement des travaux de la LGV Valence-Marseille,
-Décembre 1998 : relance du projet de la LGV « Côte d'Azur »,
-Juin 2001 : mise en service de la LGV Méditerranée entre Valence-Marseille-Nîmes,
-2002 : Inscription du projet LGV PACA dans les schémas de service. Ce schéma prévoit d'inscrire la région dans l'arc méditerranéen latin par « l'amélioration des liaisons ferroviaires rapides vers la Côte d'Azur, en aménageant les infrastructures existantes, et en préservant la possibilité de réalisation des sections de lignes nouvelles à grande vitesse »
-Mars 2003 : L'audit sur les projets d'infrastructures. Le Conseil Général des Ponts et Chaussées, l'Inspection Générale des Finances par le Gouvernement sont responsables de l'audit qui dit que le projet vise à : « positionner le rail sur le plus gros marché aérien domestique actuel, tout en indiquant que sa mise en service pourrait difficilement intervenir avant 2020 »
-Avril 2003 : Le rapport de la DATAR : ce rapport milite en faveur de la construction de l'Arc Latin qui passera par le projet LGV PACA.
-Décembre 2003 : Les décisions du CIADT²³
-Le 18 décembre 2003 : le CIADT présente la LGV PACA comme « le chaînon manquant de l'arc méditerranéen » et décide son inscription sur « la carte des infrastructures à long terme »
-Avril 2004 : lancement du débat public pour la LGV PACA
-Février-Juillet 2005 : Débat public de la LGV PACA
- Décembre 2005-octobre 2008 : réalisation des études complémentaires suite au débat public
-11 février 2009 : Jean-Louis Borloo et Dominique Bussereau réunissent les élus de la région impliqués dans le projet et décident de la mise en place d'un secrétariat permanent sous la responsabilité d'Yves Cousquer, chargé de remettre un rapport sur les suites à donner aux études complémentaires.
-de février à fin mai 2009 : le secrétariat permanent a mené des réflexions sur (1) La recherche d'une réponse équilibrée aux objectifs du projet (2) La prise en compte des engagements du GRENELLE de l'Environnement en intégrant les conditions du développement à grande échelle et à long terme du transport ferroviaire (3) La constitution d'un système ferroviaire global et performant favorisant tous les types de déplacement.
-15 juin 2009 : remise du rapport d'Yves Cousquer à Jean-Louis Borloo.
-29 Juin 2009: Jean-Louis Borloo et Dominique Bussereau communiquent la lettre adressée aux élus de la région impliqués dans le projet actant de la poursuite du projet et le choix du scénario/tracé « métropoles du sud »(environ 15 milliards d'euros) desservant les agglomérations d'Aix en Provence, Marseille, Toulon et Nice.
-2009 : L'Union Européenne vient de décider de participer au financement des études, confirmant ainsi que le projet est un maillon de la desserte ferroviaire de l'arc méditerranéen, de Barcelone à Gênes et au-delà en Espagne et en Italie (http://www.lgvpaca.fr/partenaires_financement_etudes.php)
-16 juillet 2009, Conseil d'administration de RFF et décision de réaliser les études préalables à l'enquête d'utilité publique.
-8 septembre 2009 : Courrier du Ministre de l'Environnement, Jean Louis Borloo, du Ministre des finances Christine Lagarde à la direction de RFF, pour la mise en place d'une convention de financement des études et de mener la mission de financement de réalisation du projet.
-17 septembre 2009 : Présentation du projet de convention de financement des études aux cofinanceurs.
-2 octobre 2009 : Envoi officiel de a convention de financement des études auxco-financeurs par le préfet de Région
-14 janvier 2010 : Réunion des acteurs de la LGV PACA à Aubagne.

²³ Comité interministériel pour l'aménagement et le développement du territoire.

3.1.1. Jeux d'acteurs et analyse des visions des uns et des autres du projet LGV PACA

Pour mieux illustrer ce phénomène, nous avons dressé un tableau (cf. annexe 1) qui énonce la liste de tous les acteurs depuis 2005 et qui participent encore aujourd'hui à l'avancée du projet, avant et après le débat public qui s'est déroulé en 2005. Ce tableau pédagogique, a pour but de montrer (1) les positions de chaque décideur et ce qui constitue pour lui un enjeu territorial ; (2) les incohérences du projet ; (3) les revirements de position ; (4) l'émergence de nouveaux acteurs décisifs ; (5) l'absence de la prise en compte de points importants. C'est donc un exercice fastidieux mais indispensable pour en dresser les constats suivants :

► **Constat 1** : Plus que leurs positions, c'est leur nombre qui frappe en premier. Si en 2005 il était déjà assez conséquent, en 2010 (lors des dernières réunions) de nouveaux acteurs s'affirment, comme c'est le cas de Monaco qui passe du simple statut d'observateur à celui d'acteur à part entière. C'est le cas aussi de l'Europe qui était absente en 2005 et devient un acteur à part entière aujourd'hui. Ces deux nouveaux acteurs sont perçus comme une valeur ajoutée au projet LGV PACA car ils apportent tous les deux une nouvelle légitimité à ce projet en y participant financièrement (cf. encadré 3 : financements du projet par les acteurs). On peut aussi noter l'apparition d'un nouveau type d'acteur : le COTER (Comité territorial). On pourrait s'attendre à ce que ce nouvel acteur facilite la concertation entre les autres acteurs, ce qui pourrait favoriser l'existence d'un projet de territoire. Mais, au regard du rôle que lui a assigné le maître d'ouvrage RFF, il est difficile qu'il puisse jouer ce rôle. En effet, pour RFF *Chaque comité territorial mettra en place les « groupes de travail », sur des sujets spécifiques et strictement liés aux enjeux de leur aire géographique de responsabilité* (RFF réunion du 14 janvier 2010). Voici donc qui limite les champs d'action de ce comité, qui pourtant pourrait jouer un rôle important dans la mise en cohérence entre les enjeux de chaque acteur et atténuer ainsi les visions étroites de certains acteurs en favorisant les discussions et en facilitant les débats entre eux. Il y a donc une absence totale de confrontation des points de vue, et plus important encore, des enjeux. Il n'est donc pas étonnant que ce projet peine à se positionner comme un projet de territoire.

Encadré 3 : Cofinanceurs du projet LGV PACA (www.lgvpaca.fr)

Co-Financeurs	Total en k€ HT	Clef de répartition globale en % (1)
ETAT	19 111	22,22
RFF	19 111	22,22
Région Provence - Alpes - Côte d'Azur	4 778	5,56
Département des Alpes-Maritimes	4 778	5,56
Département du Var	4 778	5,56
Département des Bouches-du-Rhône	4 778	5,56
Communauté Urbaine Marseille Provence Métropole	4 778	5,56
Communauté d'Agglomération Toulon Provence Méditerranée	4 778	5,56
Communauté urbaine Nice Côte d'Azur	4 778	5,56
Communauté d'Agglomération du Pays d'Aix	4 778	5,56
Total Etat RFF et Collectivités Territoriales dans le cadre de la présente convention de financement	76 444	
<i>Participation envisagée : Principauté de Monaco</i>	<i>4 778</i>	<i>5,56</i>
<i>Participation envisagée : Union Européenne</i>	<i>4 778</i>	<i>5,56</i>
Total des contributions à la phase EP EUP	86 000	100,00

► **Constat 2 :** Les acteurs ne sont pas toujours clairs dans ce qu'ils considèrent comme des enjeux de territoire. Il n'a donc pas été aisé de transcrire ce qui constitue un enjeu de territoire pour chaque acteur car très souvent les souhaits, les croyances et les intentions sont considérés comme des enjeux pour certains d'entre eux. C'est le cas généralement des associations (nombreuses dans la région comme le tableau l'illustre) qui luttent pour préserver l'environnement et le patrimoine naturel de la région. Ces associations se contentent souvent de dire « non à la LGV PACA » sans au préalable réfléchir sur la faisabilité de ce projet dans un environnement contraint et au patrimoine naturel riches. Ces associations/acteurs, souvent, et les débats l'on montré, disent non à la LGV que quand celle-ci risque de traverser directement leurs territoires (terrains agricoles, parcs naturels, massif montagneux, etc.). Ce qui peut se comprendre au regard des enjeux écologiques autour de ce projet. Mais, et c'est ce qui nous intéresse ici, la LGV PACA ne fait pas exception et comme tous les autres projets de TGV, d'autoroute ou d'aéroport, elle est confrontée à « l'effet NIMBY ».

► **Constat 3 :** Malgré le nombre conséquent d'acteurs et donc d'enjeux de territoire, un enjeu commun à tous les acteurs ou presque a été relevé : la structuration de l'axe Gène-Barcelone par la LGV PACA. En effet, par sa localisation stratégique en plein cœur de l'Europe du Sud (au sein de l'Arc méditerranéen précisément), la région Provence-Alpes-Côte d'Azur est un territoire bénéficiant d'une capacité d'extension et de diversification du cœur économique de

l'Union européenne, lequel se situe encore aujourd'hui dans la partie nord, principalement dans l'axe Londres-Paris-Berlin-Milan. Dans ce contexte européen, les acteurs de la région ont affiché comme arme de persuasion lors du débat public, l'enjeu qu'augure une connexion à l'axe économique nord-européen. La ligne à grande vitesse ferroviaire devient, en l'occurrence, l'argument de choc avancé par la région qui cherche à se positionner comme un acteur économique majeur au sein de l'Europe en général, et de l'Europe du Sud plus particulièrement, en ayant pour ambition claire de redynamiser l'axe Gênes-Marseille-Barcelone. Ainsi, les acteurs ont manifesté des attentes assez fortes à l'égard de cette future ligne en revendiquant d'une part, le rapprochement des régions transalpines par l'accélération des échanges socio-économiques déjà existants, et d'autre part le désengorgement des routes sous toutes ses formes en façade méditerranéenne par la mise en place d'une alternative rail/route, valable pour le transit France-Espagne-Italie. Lors du débat public, il a également été souligné que l'intensité et la nature des échanges entre l'Italie et la France justifie des projets tels que la LGV PACA. C'est donc tout naturellement que la LGV PACA s'est présentée comme une alternative dans le choix des politiques de transport, une infrastructure perçue par les acteurs comme le meilleur outil pour intégrer la partie européenne la plus dynamique. Du reste, dans le quotidien local Nice-Matin publié le lundi 18 janvier 2010, le président de la Chambre de Commerce et de l'Industrie de l'agglomération Nice-Côte d'Azur, Dominique Estève, énonce les enjeux d'une liaison vers l'Italie en ces termes : « Une ligne vers l'Est, c'est 23 millions de clients italiens ». Par cette approche, il témoigne de la détermination de la CCI Côte d'Azur à vouloir sortir du raisonnement « franco-français » du maître d'ouvrage RFF et de valoriser une position transfrontalière. Pour les décideurs, notamment ceux des Alpes-Maritimes, il est impératif d'aller vers l'Italie, d'autant plus qu'en 2014 s'achèvera la campagne de modernisation des lignes ferroviaires nord-italiennes, permettant au « Pendolino », vs TGV en France, de rouler à 200 km/h. Toutefois, le coût d'une ligne entre Vintimille et Nice, estimé en janvier 2010 à 4 milliards d'euros, est certainement l'une des raisons pour lesquelles cette réalisation relève encore de l'utopie pour le plus grand nombre, et RFF en premier. Mais, depuis l'arrivée de deux nouveaux acteurs politiques, économiquement puissants et disposés à soutenir financièrement ce projet, à savoir la Principauté de Monaco et l'Union Européenne, RFF est disposé à approfondir les études d'une éventuelle desserte de la frontière italienne, et ceci sans véritable coopération avec les acteurs locaux italiens qui sont plus observateurs qu'acteurs à part entière.

► **Constat 3 :** La LGV PACA un projet de transport ? Oui. Un projet de territoire ? Non ? car chaque acteur campe sur ses positions. On ne peut pas parler « d'union sacrée » comme c'est le cas généralement dans le cadre d'un projet de territoire. Ici chaque acteur est isolé. On peut aussi noter une absence de concertation entre acteurs du même département.

► **Constat 4 :** Des préoccupations écologiques de plus en plus fortes et un effet NIMBY sans égal, justifié par la richesse du patrimoine naturel. Pour preuve, les associations les plus

virulentes telles que TGV Toulon et Stop TGV Coudon, prennent de plus en plus d'importance dans les réunions publiques.

► **Constat 5 :** Pour la première fois apparaît de façon claire une vision à long terme de ce projet. On ne parle plus seulement de l'horizon 2020 mais aussi de l'horizon 2040. Est-ce à dire que les acteurs ont intégré l'importance de l'anticipation et de la géoprospective territoriale dans le cadre d'un projet appelé à contribuer de façon décisive à l'aménagement durable des territoires ? Rien n'est moins sûr. Toujours est-il que cette nouvelle vision à long terme mérite d'être soulignée.

► **Constat 6 :** L'accent est de plus en plus mis sur l'importance de développer les TER dans la région. La région PACA comme acteur insiste sur le fait que l'articulation entre TER et TGV est indispensable pour atteindre tous les objectifs principaux du projet LGV PACA qui ont été réaffirmés par le maître d'ouvrage RFF, lors de la réunion du 14 janvier 2010. Ces objectifs sont les suivants : (1) ouvrir la région Provence-Alpes Côte d'Azur aux autres régions françaises en la reliant au réseau ferré à grande vitesse, (2) faciliter les déplacements à l'intérieur de la région en proposant une alternative à la route et complétant la seule voie ferrée existante du littoral, (3) constituer un maillon de l'arc méditerranéen Barcelone-Marseille-Gênes (RFF réunion du 14 janvier 2010).

► **Constat 7 :** Une relation à Paris encore très forte, même si la relation avec les autres villes de la Méditerranée prend de plus en plus d'ampleur. La tradition jacobine de la France continue d'influencer la position de certains acteurs, notamment ceux des Alpes-Maritimes.

3.1.2. Une absence totale de vision multiniveau du projet LGV PACA

Force est de constater l'absence totale de vision multiniveau et multiéchelle du projet LGV PACA car, au-delà des déclarations d'intention et des souhaits du type : *La LGV PACA va structurer et relier les villes de l'arc méditerranéen*, à aucun moment on a vu apparaître véritablement dans les études officielles qui ont servi de support au débat public, une vision multiéchelle/ multiniveau de ce projet. Quelles en sont les raisons ? Pourquoi cette approche aussi fondamentale a été absente pendant le débat public et l'est encore maintenant ?

En premier lieu, dit être évoquée l'entrée par les transports illustrée de fait par l'argument technologique, vitesse et temps de parcours, servi aux acteurs avec en prime, la présentation de modèles, toujours les mêmes, trop compliqués pour être compris par les élus locaux, mais chère au maître d'ouvrage. C'est cette entrée qui a été privilégiée dans les études qui ont servi de support au débat public au lieu d'une entrée par le territoire où, plus que le volet technologique, ce sont les dynamiques structurelles du territoire qui guident la nature du projet. Avec une entrée par le territoire, la première question à se poser est la suivante : est-ce que c'est le TGV (dans sa forme standard) qui répond plus au besoin des territoires qui composent la région PACA, ou est-ce un TER-GV par exemple ? Du fait de la structure des

tel-005669939, version 1 - 25 Feb 2011

villes, de leur degré d'importance en termes de population et de dynamique économique, qu'est-ce qui est le plus adapté ? faut-il choisir l'option du TGV français qui a pour objectif de faire le moins d'arrêts possibles et de desservir simplement les grandes métropoles ou celle des ICE allemands qui font plus d'arrêts dans l'objectif de desservir le plus grand nombre de territoires et donc de population ? Par ailleurs, plus que l'adaptabilité du projet LGV PACA à la réalité des territoires (fonctionnement des villes, communes, etc.), les études ont porté quasiment sur une seule échelle : l'adaptabilité du projet sur le territoire régional PACA. Or, à cette échelle la faisabilité et l'insertion du projet est trop simpliste, trop généraliste pour correspondre réellement aux besoins des territoires, niant ainsi les hétérogénéités et les fonctionnements complexes de chaque unité spatiale. Ce qui explique peut-être pourquoi tant d'élus sont contre ce projet, même aujourd'hui en 2010. Pourtant, la richesse naturelle et culturelle de cet ensemble régional pourrait laisser penser que le maître d'ouvrage tiendrait compte de la difficulté à faire accepter un projet de ce type auprès d'acteurs qui ne comprennent pas pourquoi ils devraient sacrifier leurs vignobles, par exemple, pour rejoindre plus vite Paris.

En second lieu, il faut évoquer le fait que dès le départ, le projet a été mal porté. Déclaré comme étant une branche de la LGV Méditerranée au schéma directeur en janvier 1998 (cf. encadré 2), ce qui était alors nommé jusqu'alors « la branche Côte d'Azur de la LGV Méditerranée » (avant de prendre officiellement le nom de LGV PACA) a longtemps été considéré comme le projet de Nice ou plutôt de la Chambre de Commerce de Nice-Côte d'Azur pour se rapprocher de Paris. D'ailleurs, les élus du Var et des Bouches-du-Rhône ont toujours utilisé cette position/vision comme argument pour ne pas contribuer au financement du projet et donc anéantir toute possibilité de la faisabilité d'un tel projet. Mais, au-delà des menaces financières, cette vision étroite et autocentrée des acteurs des Alpes-Maritimes a eu une conséquence plus sérieuse : la non mise en place *très tôt* dans le projet de « comités d'acteurs » issus de niveaux géographiques différents (quartier, ville, commune, département, région), confrontant chacun leurs visions et leurs enjeux dans le seul objectif de mettre en relief l'intérêt général et pouvant constituer un véritable contre-pouvoir.

En troisième lieu, on peut évoquer l'absence d'études concomitantes portant sur l'articulation entre les réseaux de transport qui divergent certes dans leur rôle mais tout aussi complémentaires. Il s'agit des réseaux qui assurent les relations interrégionales et internationales, ceux qui permettent les relations interdépartementales et enfin les réseaux qui entretiennent les relations intercommunales. Ce type d'étude aurait été l'occasion pour le débat public de s'appuyer sur une réflexion globale d'un aménagement des territoires qui intègre les rapports entre le global et le local, car les systèmes territoriaux sont des systèmes emboîtés. Dans un article récent, et en particulier dans sa thèse, Christine Voiron-Canicio aborde cette question en partant des deux axiomes de Bunge : *Tout système, à l'exception de l'univers, est un sous-système d'un autre système. Chaque chose concrète est soit un système, soit une composante d'un système.* (Bunge, 1986). À partir de là il est permis de postuler qu'une unité spatiale ou un élément de cette unité, une infrastructure par exemple, appartient

toujours à plusieurs structures territoriales, économiques et administratives, et que ses propriétés peuvent changer en fonction du niveau spatial et de la problématique considérés (Voiron-Canicio, 1993). Un des rares acteurs ayant approché ce sujet (rapport global/local) est la Fédération des Associations du Sud-Est pour l'Environnement (FASEE) qui milite pour la réalisation de la LGV PACA. Dans son cahier d'acteur, la FASEE évoque l'intérêt d'une approche globale/locale dans le contexte régional en soulignant dès la deuxième page de son cahier que : *Chaque niveau a sa problématique particulière, mais que l'on doit impérativement penser globalement pour aboutir à une réflexion coordonnée et à des actions cohérentes, et surtout efficaces compte tenu des conséquences sur les budgets. Les trois réseaux doivent être attentivement étudiés en parfaite coordination. C'est-à-dire un système de rabattement des réseaux communaux vers les TER et des TER vers les TGV avec un « cadencage » précis et coordonné.* Cet acteur a fourni des détails techniques intéressants pour mettre en place un système de rabattement. Il préconise dans ce cadre que le réseau communal soit de surface (85 %) et connecté (cadencement horaire compris) avec les réseaux de bus, trolleybus et de RER, et les gares multimodales/TGV afin d'irriguer le tissu urbain et périurbain de façon efficace. Pour ce qui est des réseaux départementaux, du fait de leur configuration géographique en lignes de crêtes perpendiculaires, l'acteur propose d'enterrer en partie ce réseau (65 %) qui ne doit pas rester en surface afin de libérer le littoral de tout trafic routier et/ou ferroviaire. Pour ce qui relève du réseau international et interrégional LGV, il suggère qu'il ne soit pas couplé avec le réseau TER car ces deux réseaux n'ont pas la même vocation. Le réseau TER, pour cet acteur, doit être aménagé en deçà et en dessous du littoral en zone urbaine. La LGV doit être à 95 % souterraine. Même si on peut douter du réalisme et de la faisabilité de certaines de ses préconisations à la lecture de ce cahier d'acteur, une question nous vient à l'esprit. Ne faudrait-il pas changer le déroulement du débat public ? Nous entendons par là que les préconisations des acteurs soient prises en compte en amont des projets de transport, et non en aval, puisqu'au final ce sont eux qui choisissent la manière dont ils vont façonner leurs territoires. Pour l'heure, c'est la démarche contraire qui est en cours. Cependant, force est de souligner que la prise en compte de l'imbrication territoriale multi-niveaux n'est pas aisée car cela nécessite d'appréhender les phénomènes en focalisant l'attention sur les interrelations et les interdépendances spatiales. Cette approche a des exigences, et l'approche systémique est très vite apparue comme la méthode adaptée pour les appréhender.

En quatrième et dernier lieu, on peut nommer la prédominance, dans le domaine de l'aménagement des territoires, de la socio-économie des transports qui considère prioritairement les transports comme « infrastructure structurante » et relègue le territoire au second plan dans la mesure où celui-ci est généralement considéré comme un « simple support spatial » où s'inscrivent des réseaux, niant ainsi toute la complexité du fonctionnement des systèmes spatiaux.

3.1.3. En 2010, une incertitude en moins : le tracé de la LGV PACA

Après quelques années de concertations et de polémiques à propos du meilleur tracé pour la région, le 30 juin 2009, le scénario des « métropoles du Sud » (Marseille centre Toulon centre et Nice), est devenu officiellement le tracé de la LGV PACA (cf. figure 3.1). Avec ce tracé, toutes les grandes agglomérations de la région PACA (Marseille Saint Charles, Toulon, Nice) seront desservies alors que les autres scénarios prévoyaient d'éviter partiellement les dessertes de Marseille et de Toulon (cf. figure 3.1). La pression exercée par les élus du Var (Toulon) et des Bouches-du-Rhône en refusant de participer au financement du projet si leur territoire respectif n'était pas directement desservi par la LGV PACA, a largement contribué au choix du scénario des métropoles du Sud. En effet, la participation des collectivités territoriales au financement de la future infrastructure est un élément déterminant du fait des coûts élevés de ce projet. Pour exemple, hors investissement en matériel roulant, les coûts de la LGV PACA jusqu'à Nice sont estimés par RFF (RFF, 2004) lors du débat public, entre 3,5 et 5 milliards d'euros. La topographie du territoire, fortement marquée par des zones montagneuses, est un facteur explicatif aux coûts prohibitifs de ce projet. En effet, certains tronçons nécessiteront des tunnels, plus particulièrement au niveau de la conurbation Cannes-Grasse-Nice-Monaco (CNDP, 2005). Si le doute sur le tracé de la LGV PACA a été levé le 29 juin 2009 par le ministre de l'environnement Jean-Louis Borloo (cf. encadré 2 la question des lieux susceptibles d'accueillir les futures gares TGV est loin d'être résolue. On le sait, inscrire une ligne à grande vitesse dans un environnement tout aussi contraignant que fragile comme celui de l'espace transfrontalier franco-italien, c'est prendre la mesure de tous les enjeux d'une politique d'aménagement durable de cet espace. Le tracé des Métropoles devant desservir ou ignorer certains lieux, un choix s'impose et soulève la question délicate de l'implantation des futures gares de la LGV PACA. Pour être exacte, cette question délicate semble être évitée par le maître d'ouvrage et nous est apparu comme un tabou lors du débat public et des différentes réunions qui ont suivi ce débat. D'ailleurs, à la dernière réunion officielle des acteurs qui a eu lieu le 14 janvier 2010, la question des gares n'a pas été abordée. Jusque-là, aucun acteur ne s'est vraiment prononcé de façon précise sur la question. La raison est simple. L'implantation d'une gare TGV a son importance pour l'accessibilité d'un territoire, d'autant plus qu'un train à grande vitesse qui ne s'arrête pas est vite perçu comme une entrave au développement du territoire, un frein à son attractivité. À cet égard, la question de la localisation des gares TGV demeure la pierre angulaire de ce projet. Aussi, même si à l'issue des divers débats et concertations entre le maître d'ouvrage et les différentes collectivités territoriales concernées par le TGV, aucune décision officielle n'a été prise en ce qui concerne la localisation des futures gares TGV, il est permis de penser que les principales agglomérations à l'image de Cannes, Nice et Vintimille (dans la perspective d'un prolongement vers l'Italie) ne peuvent être évitées.

Les risques encourus de voir le projet gelé ou annulé parce qu'un acteur majeur aura appris que son territoire ne fera pas l'objet de desserte, sont tels qu'à notre point de vue, la question de la localisation des gares ne sera abordée qu'après lancement de la construction

de la ligne, quand tous les acteurs auront versé au maître d'ouvrage leur contribution financière au projet.

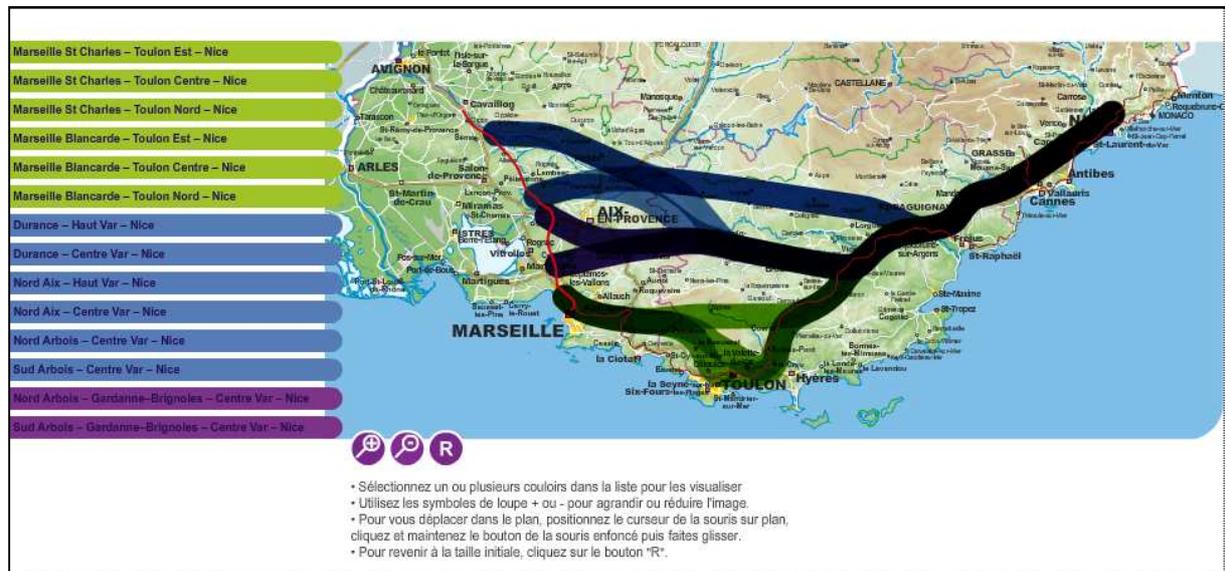


Figure 3.1. : Les tracés soumis au débat public LGV PACA

Source, CNDP, 2005

3.1.4. *Écologie et Grenelle de l'Environnement : des rhétoriques qui donnent une nouvelle dimension au projet LGV PACA*

Les préoccupations écologiques sont de plus en plus déterminantes dans les prises de décision. L'environnement physique dans lequel devra s'inscrire la LGV PACA est caractérisé par un milieu naturel riche et un paysage exceptionnel (qui explique l'attractivité de la région en général). Le tracé des Métropoles (choisi le 30 juin 2009) devra tenir compte des contraintes environnementales fortes (urbanisation du littoral, réserve foncière peu disponible et présence de massifs montagneux). Mais, outre les contraintes physiques et naturelles, ce projet devra également faire face aux mouvements de lutte pour la protection de l'environnement. C'est le cas notamment d'une des associations les plus virulentes de la région, « Var Actions Environnement » qui milite contre la réalisation du projet LGV PACA, en s'appuyant sur les principes de préservation de la biodiversité et du milieu naturel. Il ne serait donc pas surréaliste de penser que le projet LGV PACA pourrait rencontrer des difficultés majeures dans sa phase de réalisation, pouvant ainsi aboutir à un gel, voire un abandon du projet. Il n'en demeure pas moins que la LGV-PACA au regard du « Grenelle de l'Environnement »²⁴ (2007) se positionne comme un projet prioritaire qui de ce fait s'inscrit parfaitement dans la politique d'aménagement et de développement durable des espaces.

²⁴ Le Grenelle de l'environnement a été créé le 6 juillet 2007 et actualisé le 12 juillet de la même année. Jean-Louis Borloo Ministre de l'Environnement a présenté vendredi 6 juillet à la presse les grandes orientations du Grenelle Environnement.

3.2. La difficile estimation de « l'Impact du TGV » sur les territoires desservis

3.2.1. *Entre représentations théoriques peu renouvelées et mises en garde ignorées*

En raison d'une interprétation erronée de la notion d'impact qui a alimenté les écrits, le concept d'« effets structurants » a été mal appréhendé et donc exploité à tort par certains spécialistes de la question des transports, puis par les acteurs locaux. Bien que Jean-Marc Offner ait mis en cause en 1993, en le qualifiant de mythe, le discours sur les effets structurants (Offner, 1993), les élus se fondent encore aujourd'hui sur cette conviction selon laquelle seul un réseau lourd de transport – aérien, ferroviaire à grande vitesse, autoroutier – pourrait contribuer au développement et à la valorisation du territoire « [...] Les effets « structurants » des autoroutes sont devenus un véritable mythe : ils ne font que traduire la croyance que, sans elles, les régions sont nécessairement exclues du développement économique, alors que, grâce à elles, les régions traversées gagneront richesse et prospérité » (Plassard, 2003, page 14). Pour expliquer ce phénomène, Plassard met en cause « la pauvreté des représentations théoriques qui sous-tendent les relations entre transport et espace. En effet, ces représentations se limitent le plus souvent à une relation de causalité simple qui renvoie à une conception scientifique de la connaissance largement héritée du XIX^e siècle. Cette approche en termes de causalité directe a privilégié des constructions théoriques largement empruntées au domaine de la physique et de la mécanique traditionnelles. Et l'habillage néoclassique qui en a été fait par certains économistes n'en modifie pas les caractéristiques fondamentales » (Plassard, 2003, page 53). Manifestement, les économistes contemporains peinent à se démarquer de leurs prédécesseurs, Von Thünen, Weber et Lösch, qui considéraient les coûts de transport comme étant une variable déterminante dans l'analyse de l'organisation spatiale. Cette perception autarcique de l'infrastructure de transport a ancré dans les esprits que le développement économique d'un territoire est directement lié à l'offre de transport envisagée. En témoignent les études réalisées en amont d'un projet de ligne à grande vitesse par les opérateurs de transport de nature à apporter aux élus les éléments indispensables à sa faisabilité et qui viendront alimenter les concertations. En décembre 1991, lors du projet de la LGV Méditerranée reliant Marseille à Paris, via Lyon, SETEC-Organisation avait procédé à des « études d'impact du TGV ». Le premier volume porte sur l'analyse géographique et économique existante et les effets directs de cette nouvelle infrastructure sur l'organisation spatiale. Il s'agit là d'une approche globale perspicace visant à mettre en avant la notion de vitesse et donc de réduction de temps de trajets, autant de facteurs facilitant les déplacements entre le Sud-Est et Paris. Accessibilité, augmentation du trafic induit et report modal sont d'autres effets mis en lumière, et déjà confirmés à l'occasion de l'implantation de la ligne Paris-Lyon. Le deuxième volume, où il est question de « l'impact du TGV sur l'économie des départements », ne se limite qu'à évoquer les effets socio-économiques en analysant le marché de l'emploi, la croissance régionale et la localisation des entreprises : « [...] des domaines qui préoccupent les milieux politiques des années 1960 dans

le cadre de l'aménagement des territoires et qui « apparaissent davantage comme des démarches de vérification statistique de convictions acquises d'avance que comme des tentatives pour mieux comprendre les transformations d'un territoire » (Plassard, 2003, page 38).

Quatorze ans plus tard, sur un autre projet de ligne à grand vitesse – la LGV PACA devant relier Marseille et la Côte d'Azur et éventuellement l'Italie – la même organisation (Setec-Organisation²⁵), proposait les mêmes thèmes, la même démarche, les mêmes méthodes (basées sur l'idée de causalité entre infrastructure de transport et développement économique des territoires). La seule différence étant ses interlocuteurs (les élus) et le territoire. Tout se passe donc comme si on pouvait transférer les mêmes méthodes aussi aisément d'un territoire à un autre sans vraiment tenir compte de ses spécificités. Cela démontre qu'aucune leçon n'a été tirée des observations des scientifiques depuis plus de trente ans maintenant, ni des analyses et des recommandations des observatoires de transport²⁶ par l'Etat (Ministère de l'Équipement du Logement, de l'Aménagement du Territoire et des Transports) dans l'objectif de *mieux comprendre les transformations territoriales en relation avec l'arrivée de nouvelles grandes infrastructures de transport*. Des observations qui dénigrent complètement l'idée d'une relation causale entre TGV/infrastructure en général et développement économique des territoires. Les études sur la LGV Méditerranée (1991) et plus récemment sur la LGV PACA (2004-2005) indiquent deux éléments fondamentaux. Le premier élément est que l'on oublie de prendre en compte la spécificité de chaque territoire et que c'est la nature du territoire qui doit déterminer la nature de l'infrastructure (le nombre d'arrêts, nombre de fréquences, vitesse adaptée au territoire) et non la technologie de l'infrastructure qui doit s'imposer au territoire entraînant ainsi des conséquences sérieuses sur la structure des territoires. Ainsi donc : « [...] chaque infrastructure est un cas spécifique dans ses modalités d'articulation au territoire. [...] On ne peut plus conserver l'hypothèse que les infrastructures de transport, quel que soit le mode et quelle que soit leur localisation, entretiennent des relations identiques avec le territoire desservi. En effet, même si bien souvent on ne retient d'elles que leur tracé sur une carte, leurs relations avec le territoire ne dépendent pas uniquement de ce tracé mais de leurs caractéristiques propres. [...] » (Plassard, 2003, page 50). Tout porte donc à croire que *le rêve qui habitait dans les années 1970 les planificateurs, de faire des investissements infrastructurels un moyen d'organiser le territoire* n'a pas encore disparu mais traduit un malaise fondamental qui est celui de la difficulté à mesurer les impacts de l'infrastructure TGV sur les territoires. La section suivante va apporter des éléments qui pourraient expliquer cette difficulté.

²⁵ Setec-Organisation est un bureau d'étude spécialisé dans la gestion de projet et l'assistance maîtrise d'ouvrage.

²⁶ En 1970, ont été mis en place des observatoires autour de nouveaux tronçons autoroutiers. Souvent critiqués à cause des modalités d'observations qui selon les experts excluent des éléments aujourd'hui fondamentaux pour la compréhension des transformations de l'espace par les transports. Toutefois on leur reconnaît leur rôle essentiel, celui d'aide à la connaissance.

3.2.2. Les raisons de la difficile estimation des transformations spatiales

Une question *a priori* simple mais qui n'a pas encore trouvé de réponses définitives au bout d'une trentaine d'années, se pose. Est-ce par paresse intellectuelle ? Est-ce parce que la question de l'impact/effet a tout simplement été mal posée à l'origine ? (Offner, 1993). Est-ce parce que jusque-là les analyses, les modèles économiques pour la plupart basés sur une analyse coût avantage ont trop isolé l'infrastructure TGV des autres composantes du territoire ? Cette vision « économiste » des transports n'est-elle pas éloignée des préoccupations actuelles ? Autant de questions dont nous ne pourrions pas apporter toutes les réponses possibles. Mais les poser c'est mettre le doigt sur l'impasse où se situe le chercheur comme le montrent ces propos de Plassard « Le chercheur se trouve dans une situation très paradoxale : d'une part, il est certain, les nombreux exemples historiques le prouvent, qu'à long terme il existe une relation forte entre transformations spatiales et infrastructures de transport, mais d'autre part, il est dans l'incapacité de préciser clairement quels peuvent être les effets de la création d'une nouvelle infrastructure de transport sur l'évolution d'une région à court terme » (Plassard, 1987 ; cité par Valérie Manonne, 1995 p. 9).

S'il n'est pas aisé de mesurer les transformations spatiales, c'est sans doute parce que la technique comptable utilisée en économie des transports dans les années 1970 – l'analyse coûts-avantages – qui semblait faciliter le travail des décideurs, s'avère inadéquate dans le contexte actuel pour définir de façon plus précise les conséquences d'une infrastructure à grande vitesse sur les territoires. F. Plassard soulève le problème de l'importance donnée à la rentabilité économique depuis près de quarante ans : « La question qui se posait aux décideurs était de savoir, parmi les grands nombres de tronçons autoroutiers à construire, ceux qui présentaient le plus d'intérêt pour la collectivité, et la technique la plus utilisée (à l'époque et encore aujourd'hui est *l'analyse coûts-avantages*). Cette façon de prendre en compte l'utilité d'un investissement pour la collectivité était limitée aux seuls bénéficiaires de l'infrastructure et les premières tentatives de généralisation ont consisté à chercher à étendre le nombre de bénéficiaires pris en compte. Des seuls usagers, on est passé aux autres acteurs concernés (l'Etat, les opérateurs de transport), puis à l'ensemble des bénéficiaires des retombées des infrastructures. Mais cette extension s'est rapidement heurtée à deux difficultés, l'une théorique qui renvoie aux fondements du calcul économique, l'autre technique qui concerne la difficulté, voire l'impossibilité, de mesurer les conséquences des infrastructures » (Plassard, 2003, page 14).

Aujourd'hui, l'analyse coûts-avantages n'a pas été reléguée au fond d'un tiroir, comme peuvent en témoigner les Bilans LOTI (Bilan LOTI LGV Rhône-Alpes (2006) et Bilan LOTI LGV Méditerranée (2007)). Bien que ces bilans ne soient pas encore en mesure de refléter la réalité des retombées du TGV sur les territoires, néanmoins, la méthode ayant été quelque peu dépoussiérée, ils énumèrent avec précision les bénéfices apportés aux entreprises directement concernées par ce nouveau réseau ferroviaire (SNCF, RFF). Ces bilans LOTI nous semblent plutôt superficiels dans la mesure où les seuls paramètres envisagés encore actuellement sont

des effets directs, à travers une analyse coûts-avantages qui s'intéresse à l'intensité du trafic de voyageurs et au gain de temps. Cette méthode ne nous semble pas satisfaisante du fait qu'elle n'attache aucune importance au principal concerné par les effets du TGV, en l'occurrence le territoire, plus à même de fournir tous les éléments concrets des retombées envisageables. Néanmoins, depuis peu, les élus se sont mobilisés pour que les effets indirects, à savoir l'aménagement du territoire, l'urbanisation – uniquement les variations des valeurs foncières ou les restructurations des quartiers à proximité de la gare –, le développement économique national et local (dynamisme dans tous les secteurs : la région, le tourisme, les entreprises, le marché de l'emploi, etc.), soient intégrés en tant que paramètres de calcul : « Aussi étrange que cela paraisse, des techniques de mesure des effets indirects ont été mises en place, une intégration de ces effets dans le calcul de la rentabilité économique a été tentée, sans qu'auparavant la question de leur existence, et éventuellement de leur nature, ait non seulement trouvé des ébauches de réponse, mais seulement ait été posée » (Plassard, 2003, page 17). De toute évidence, la méthodologie présente des carences car elle repose uniquement sur l'équation coûts-avantages qui reflète, de façon plutôt floue, les avantages aussi bien en termes économiques qu'en termes d'accessibilité et de gain de temps que peut apporter le TGV aux régions concernées. Même si les effets directs du TGV sont dans l'ensemble bien passés en revue, toujours est-il que la résultante socio-économique est, quant à elle, bien moins objective du fait qu'il manque des sources avérées pour une analyse pertinente.

Il semblerait par ailleurs que la difficulté à analyser les transformations spatiales est également due à la non prise en compte de la multiplicité des échelles spatiales, un indicateur que les travaux de recherche n'ont cependant pas manqué de souligner. Dès les premières approches sur les effets du TGV sur le territoire, le champ d'investigation a intégré les effets d'une infrastructure sur deux échelles : l'une fine, prenant en compte les territoires traversés, non desservis ou très éloignés (effets traversée), et l'autre plus générale où l'observation se portait sur les territoires situés à chacune des extrémités du tracé (effets de pôles). Les travaux de F. Plassard permettent de faire un pas de plus en mettant en évidence la nécessité d'identifier les effets selon plusieurs échelles de données pour obtenir des estimations fiables : « Alors que jusqu'à présent on a plutôt eu tendance à choisir une échelle déterminée, à s'intéresser aux « effets de pôle » ou aux « effets traversée », il est clair que toutes les échelles spatiales, ou du moins la plupart d'entre elles, doivent être prises en compte simultanément, sous peine de masquer l'essentiel des phénomènes » (Plassard, 2003 ; page 51). Pour défendre sa réflexion, F. Plassard s'appuie sur l'intensité du trafic en région Rhône-Alpes, où les déplacements régionaux ne sont pas facilités en dépit d'une extension du réseau autoroutier. En effet, si les conditions de l'accessibilité vers Paris et les métropoles du sud ne sont pas optimales, cela est dû à l'engorgement des axes.

3.2.3. Des certitudes et des affirmations qui reposent rarement sur des faits

Cet exercice a pour finalité de mettre en évidence ce qui relève **des certitudes** et ce qui relève du mythe quand on parle d'effets TGV sur les **transformations spatiales**.

D'abord au **niveau des certitudes**, on peut citer comme exemple l'accessibilité. Nous allons prendre l'exemple de la situation actuelle de deux villes de l'Arc Méditerranéen Latin : Marseille et Nice. La première ville est desservie depuis 2001 par la LGV Méditerranée et la seconde devrait l'être en 2020 par la LGV PACA. Ainsi, la comparaison cartographique entre Marseille et Nice (cf. figure 3.2. et figure 3.3.) indique clairement l'influence positive du TGV sur l'accessibilité de la métropole marseillaise qui, avant la mise en service de la LGV Méditerranée le 10 juin 2001, était à plus de 5 heures de Paris. En 2001, elle se positionne sur la courbe isochrone à 3h 30 minutes de la capitale. Dans le même temps, Nice qui ne bénéficie pas encore de la ligne à grande vitesse se situe à plus de 5 heures de trajet de Paris. Dans le cas concret de Marseille, on peut parler de véritable révolution au niveau du temps d'accès entre Paris et Marseille. L'influence du TGV sur l'accessibilité de Marseille, au regard de la figure 3.2 est donc évidente. La nouvelle accessibilité de l'agglomération marseillaise a eu des conséquences sur la mobilité à partir de l'infrastructure ferroviaire. Pour illustrer nos propos, nous allons prendre pour exemple la croissance de la fréquentation de la gare de Marseille-Saint-Charles depuis la mise en service de ladite infrastructure. En effet, on compte 600 000 passagers de plus par an entre 2001 et 2003, soit 10 % du trafic global sur l'axe Marseille-Paris. Il en ressort que l'amélioration de l'accessibilité depuis l'ouverture de la ligne LGV Méditerranée a facilité et accentué les échanges entre l'agglomération de Marseille et la région parisienne (cf. figures 3.2 et 3.3). Néanmoins, une accessibilité réussie exige l'existence de synergie entre la nouvelle ligne à grande vitesse et les autres modes de transports. Cette synergie passerait par la création de nœuds multimodaux de transports, véritables lieux d'interconnexion. Pour répondre à cette exigence, la politique européenne de transport à laquelle s'inscrit de plus en plus la SNCF, prévoit dans tout futur projet de ligne à grande vitesse des possibilités de rabattements plus qualitatifs entre les autres modes de transport sur les gares TGV, mais aussi, de meilleures liaisons inter cités européennes par l'utilisation des sillons libérés (Commission of European Communities, 1990).

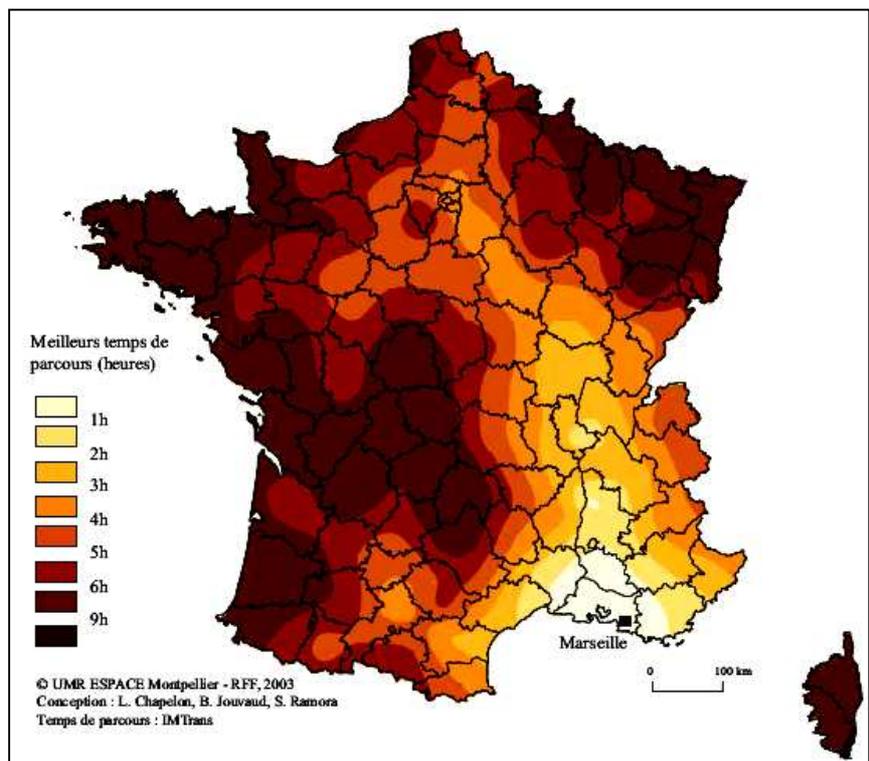


Figure 3.2. : Accessibilité ferroviaire actuelle de l'agglomération marseillaise

Source : Chapelon *et al.*, 2004

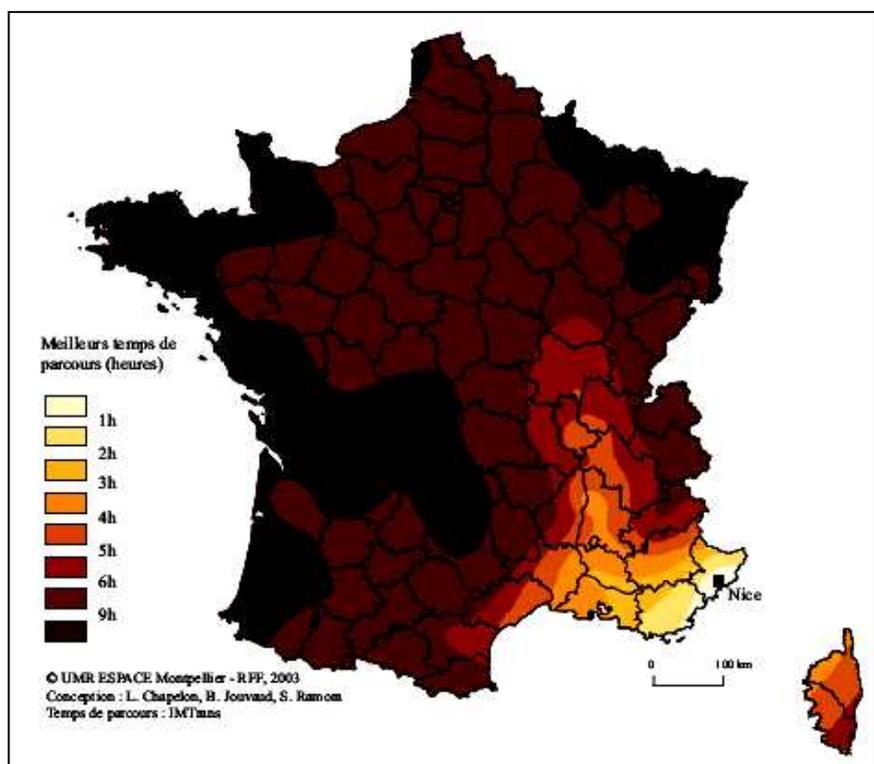


Figure 3.3. : Accessibilité ferroviaire actuelle de l'agglomération niçoise

Source : Chapelon *et al.*, 2004

Le tableau 3 indique le gain de temps à partir de Barcelone et/ou Madrid vers d'autres villes européennes depuis 2005. Ce tableau montre bien qu'avec la mise en service d'une ligne à grande vitesse, l'accessibilité est réelle. Pour exemple, les simulations réalisées montrent que sans TGV (cf. tableau 3), un trajet Barcelone-Marseille nécessite 5h 21 minutes et avec une ligne à grande vitesse le même trajet ne nécessiterait plus que 3h 31 minutes. Soit 1h 50 minutes de temps gagné, autrement dit 34,27 % de gain de temps avec des performances ferroviaires optimales de 350 km/h (Gutiérrez, 2001).

Tableau 3 : Future accessibilité entre Barcelone-Madrid et autres villes européennes

Travel times by train between Barcelona-Madrid and other European cities

Routes		Travel time, 2005		Travel time saving	
From	To	Without new line	With new line	Absolute	(%)
Barcelona	Marseille	5 h 21 min	3 h 31 min	1 h 50 min	34.27
	Milan	10 h 39 min	8 h 49 min	1 h 50 min	17.21
	Lyon	6 h 01 min	4 h 11 min	1 h 50 min	30.47
	Paris	7 h 31 min	5 h 41 min	1 h 50 min	24.39
	Brussels	8 h 51 min	7 h 01 min	1 h 50 min	20.71
	Frankfurt	10 h 36 min	8 h 46 min	1 h 50 min	17.29
Madrid	Marseille	10 h 49 min	6 h 11 min	4 h 38 min	42.84
	Milan	16 h 07 min	11 h 29 min	4 h 38 min	28.75
	Lyon	11 h 29 min	6 h 51 min	4 h 38 min	40.35
	Paris	10 h 00 min	8 h 21 min	1 h 39 min	16.50
	Brussels	11 h 22 min	9 h 41 min	1 h 39 min	14.51
	Frankfurt	13 h 03 min	10 h 56 min	1 h 39 min	12.64

Source : Gutiérrez, 2001 pp. 229-242

Ensuite, il y a des affirmations qui reposent plus difficilement sur des faits. C'est ce que l'on appelle en général les effets indirects. Nous allons prendre le cas du foncier en Région PACA. On peut noter une augmentation du prix des appartements anciens comme neufs antérieur à 2001 à Aix-en-Provence (cf. figure 3.4. à gauche). Deux pics peuvent être observés : le premier se situe entre 1999 et 2000. De 4,17 % en 1999, le prix du m² dans les appartements anciens à Aix-en-Provence atteint 9,94 % soit une inflation de plus de 4 %. En 2001, les prix ont fortement baissé soit près de 2 %. S'il y a eu un effet TGV à Aix-en-Provence, il s'expliquerait peut être mieux par le second pic. En effet, entre 2001 et 2002, le prix du mètre carré dans les mêmes appartements augmente de 400 euros, beaucoup plus que la moyenne régionale. Mais cette évolution des prix ne s'inscrit pas dans la durée, d'ailleurs elle semble avoir été corrigée par la tendance régionale à partir de 2002, qu'il s'agisse d'appartements anciens ou d'appartements neufs. Les prix du mètre carré comparés à ceux de l'ensemble de la France illustrent le caractère spéculatif de l'immobilier dans la région. Avignon, contrairement à Aix-en-Provence (cf. figure 3.4. à droite), observe une croissance linéaire. Les prix des appartements anciens sont bien au-dessus de la moyenne régionale. À partir de 2001, le prix du mètre carré ne cesse de doubler à Avignon. L'arrivée du TGV a pu jouer un rôle dans l'évolution sans cesse croissante des prix des appartements neufs comme anciens mais il est difficile de le prouver. Depuis 2001, aucune baisse de prix n'a été

enregistrée. L'impact du TGV sur les transactions immobilières à Avignon, s'il a eu lieu, s'est largement inscrit dans la durée. Dans le cas de Nice et Draguignan (cf. figure 3.5.) on constate que le foncier ancien en 2001 augmente plus lentement à Nice et à Draguignan (- de 10 %) alors qu'à Avignon, l'ancien dépasse les 10 % en 2001. Toutefois faut-il pour autant assimiler ces phénomènes à un effet TGV ? Manifestement non car, à Avignon dans le même temps, les prix de l'ancien en 2001 sont inférieurs à 10 %. Force est de constater que les appartements anciens à Aix connaissent un pic entre 2001 et 2002 comme entre la période 1999 et 2000, c'est-à-dire avant la mise en place de la LGV Méditerranée. Est-ce du à un phénomène d'anticipation ? de spéculation immobilière ? L'augmentation des prix ne doit-elle pas être attribuée à une tendance régionale, voire nationale, plutôt qu'à l'arrivée de la LGV Méditerranée, même si cette dernière a pu dans une certaine mesure influencer indirectement l'évolution des prix ?

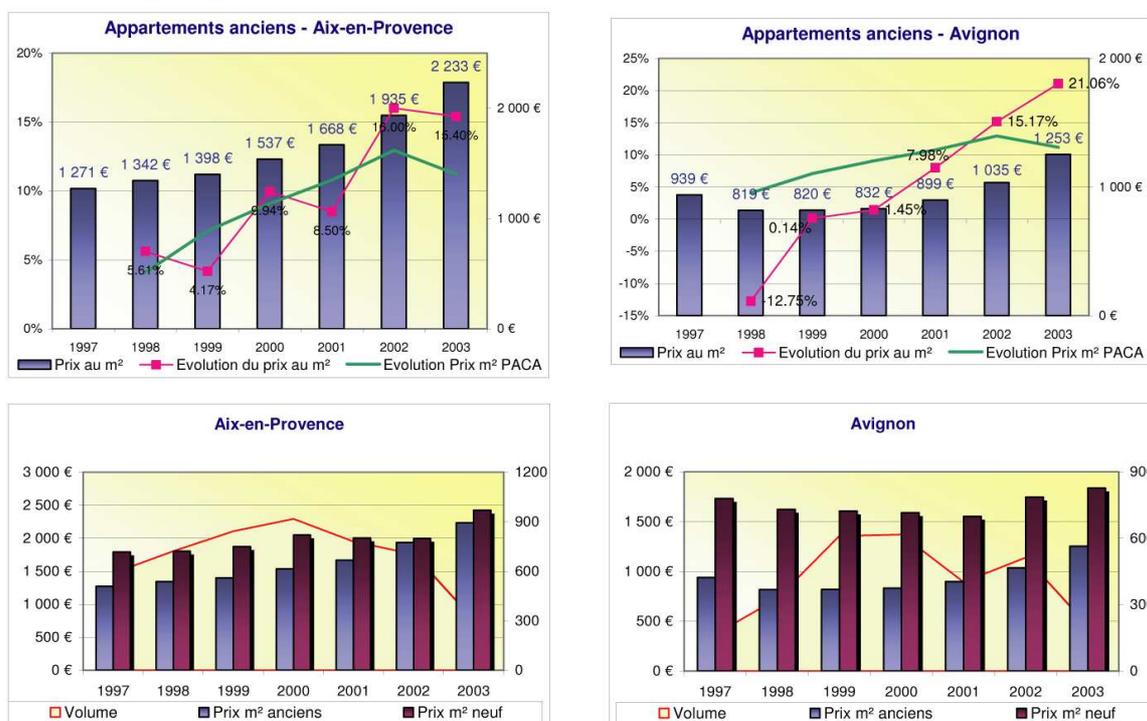


Figure 3.4. : Variation des prix au m²- appartements anciens, Aix-en-Provence et Avignon

Source : UMR ESPACE 6012, 2004

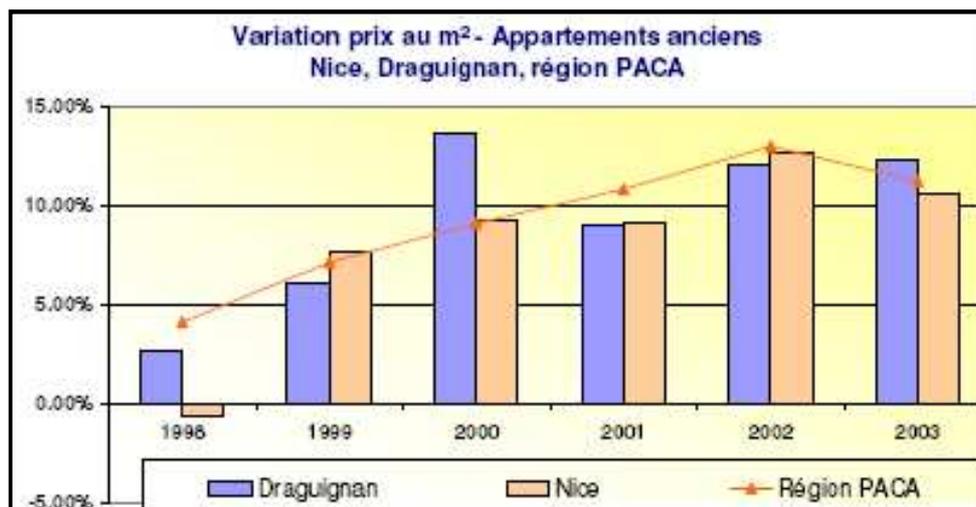


Figure 3.5. : Variation des prix au m²- appartements anciens - Nice Draguignan et PACA

Source : UMR ESPACE 6012, 2004

Au final certaines remarques s'imposent. Dans un premier temps, il importe de noter que de multiples impacts socio-économiques et d'aménagement des territoires induits par le TGV sont pronostiqués par le maître d'ouvrage (RFF, 2004). Selon ses estimations, les retombées envisagées tendent en faveur du développement économique, de la croissance de l'emploi, de l'attractivité des activités du tertiaire supérieur, de la croissance régionale etc.

Ces prévisions ne traduisent au fond que les attentes exprimées par les acteurs, qui considèrent encore le TGV comme un « objet miracle » pouvant leur assurer un développement économique jusque-là inexistant. Sur la figure 3.6, le comportement positif des acteurs à l'égard du TGV est illustré par des traits noirs, traduisant leur interprétation *au premier degré* des prédictions du maître d'ouvrage, faite avec moins de recul. En revanche, le scientifique, représenté ici par le géographe, reçoit l'information mais l'interprète avec plus de recul (d'où les pointillés noirs). Pour le géographe, méfiant vis-à-vis de tout discours établissant une relation déterministe entre TGV et une croissance économique, démographique, etc. (Pumain, 1982), la réalité est plus complexe car, si certains effets sont envisageables, ils ne se manifesteront qu'à très long terme et en fonction des conditions initiales du territoire. Nous entendons par là, l'existence de potentiel socio-économique du territoire desservi. Les pointillés noirs expriment aussi les incertitudes que comportent les prédictions du maître d'ouvrage et que l'acteur n'intègre pas forcément dans son analyse. Il subsiste ainsi un décalage dans la manière dont un scientifique se représente des effets possibles d'une ligne à grande vitesse et la manière dont le fait un acteur. Toutefois, l'acteur ne reste pas complètement dans l'ignorance car, au fil du temps, grâce au travail du scientifique, il reçoit l'information différemment, avec plus de recul qu'auparavant (cf. ; figure 3.6. pointillés rouges). On peut donc en conclure que tout l'intérêt du travail du géographe consiste à favoriser une meilleure connaissance et une perception plus affinée des

effets TGV. Par son approche pragmatique, il doit tenter de mettre en évidence le fait que les effets TGV sont rarement immédiats.

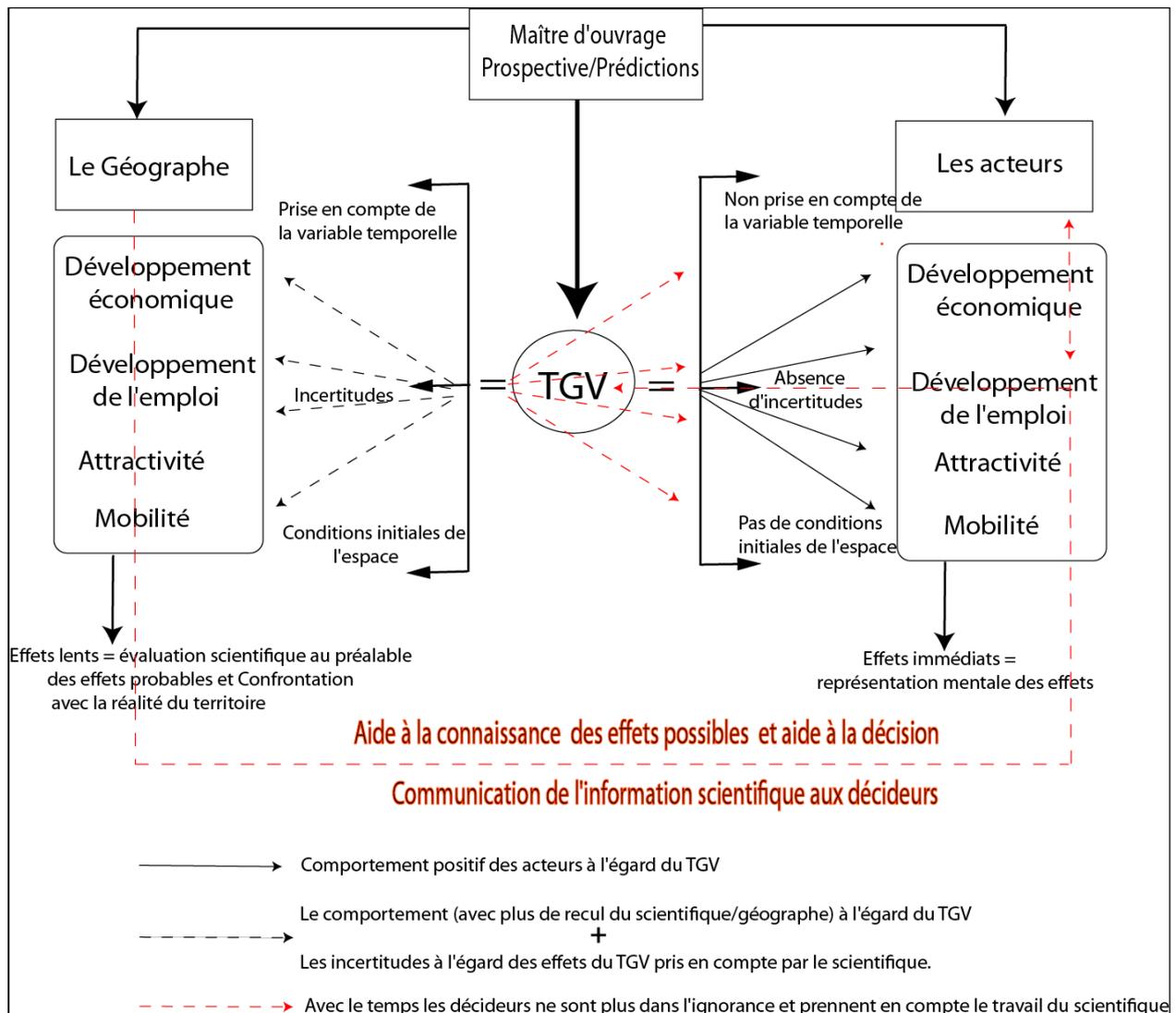


Figure 3.6. Représentations mentales des effets TGV

Dans un second temps, il convient de souligner que la non prise en compte des incertitudes a été flagrante pendant le débat public. En premier lieu, on a pu noter une absence d'alternatives sérieuses dans l'éventualité où le projet LGV PACA initial n'aboutirait pas. Cet aspect s'explique certainement par le fait que la nécessité du développement territorial de cet espace régional a été le principal argument invoqué dans ce projet par le maître d'ouvrage, tout comme par l'essentiel des acteurs locaux. Ensuite, dans un tout autre registre, il a été noté la manière dont certains résultats projetés ont été présentés comme de la prédiction pendant toute la durée de la concertation régionale par le maître d'ouvrage RFF et d'autres bureaux d'études.

Après une analyse approfondie, la géographe Denise Pumain a pu en tirer les conclusions suivantes : *Si l'on considère les villes françaises dans leur ensemble (...), la présence ou l'absence de desserte par le réseau de chemin de fer n'a pas été un facteur déterminant de l'évolution démographique. De même, parmi les villes desservies, la plus ou moins grande précocité de l'arrivée du chemin de fer n'entraîne pas systématiquement une croissance démographique plus forte, lorsque l'on considère des villes de taille comparable. Enfin, cette arrivée du chemin de fer n'a que rarement coïncidé avec une accélération de la croissance des villes.* (Pumain, 1985 ; cité par Offner, 1993). Force est de constater que le flou persiste quant aux effets du TGV sur la croissance économique des villes, c'est pourquoi le géographe, qui a pour vocation de dépasser ce *mythe politique*, cette *fiction imaginée* qu'ont les acteurs autour des effets TGV sur leurs territoires, se doit d'analyser la réalité (cf. figure 3.7.). Or, cette tâche est loin d'être une sinécure car toute la difficulté consiste à pouvoir identifier les effets TGV. Dans la section suivante, nous allons souligner à partir d'exemples différents, la difficulté à isoler le facteur TGV des autres facteurs socio-économiques pouvant jouer un rôle déterminant dans l'évolution des territoires.

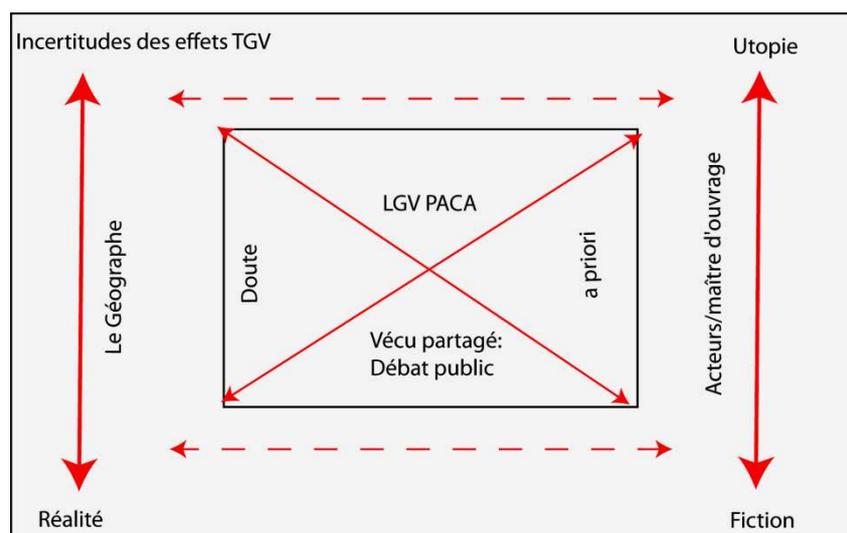


Figure 3.7 : Impacts du TGV sur les territoires entre réalités et fiction
(Schéma adapté, source : revue Sciences Humaines, novembre 2009, page 38)

3.2.4. Dans les analyses des impacts du TGV sur les territoires, une très faible considération des relations entre TGV et l'occupation des sols

En poursuivant nos remarques, on peut noter sans hésitation l'absence de l'évaluation de l'influence réelle des infrastructures en général sur la croissance urbaine et de l'infrastructure grande vitesse plus particulièrement. Pourtant des réflexions (même si elles ne portent pas directement sur l'influence du TGV sur la croissance des villes) existent depuis longtemps. Pourtant, les récents bilans LOTI de la SNCF et de RFF sur la LGV Méditerranée en 2007 n'apportent aucune lumière sur une possible influence de l'arrivée de la LGV

Méditerranée sur la croissance urbaine des territoires desservis. Et pourtant, dès 1980, Roger Chaix et Michel Rajchman, proposent une étude portant sur « la mutabilité du tissu urbain le long de la ligne ferrée de grande ceinture » (Chaix et Rajchman, 1980, cité par Offner, 1993), préfigurant le rôle important que ce mode de transport pouvait jouer sur la transformation des surfaces urbanisées. Mais ce travail est complexe car il existe une multitude de facteurs pouvant participer directement ou de manière indirecte à la mutation urbaine (entendons par là croissance urbaine) comme par exemple, l'augmentation de la population, l'augmentation de la richesse (PIB/Habitant)²⁷, l'offre d'emploi (implantation d'entreprises), un foncier attractif, un taux de chômage bas, la qualité de vie, l'environnement et le paysage (le soleil, la mer, la montagne, etc.), l'accessibilité, l'image de la ville et son rayonnement, à l'échelle nationale comme internationale, à travers tous les temps ou après un évènement mondial (exemple Barcelone après les jeux Olympiques de 1992), etc. La diversité de ces facteurs rend malaisée la détermination de l'influence du TGV dans la croissance des surfaces urbanisées. Toutefois, un de ces paramètres - l'occupation et l'utilisation des sols - a retenu notre attention parce qu'il a pour avantage principal d'être un facteur synthétique et donc représentatif de la réalité d'un territoire. Riche de ces différentes observations, notre axe d'étude, en outre de l'influence du TGV sur l'accessibilité des régions, se propose d'explorer une piste de recherche intéressante et qui mérite plus d'attention de la part des chercheurs : les possibles influences du TGV sur la croissance urbaine d'un espace. Dans cette perspective, partant d'une démarche de prospective territoriale basée sur la modélisation et la simulation, sont envisagées plusieurs représentations possibles de la future urbanisation de l'aire transfrontalière franco-italienne dans le contexte de la LGV PACA. Cependant, nous ne perdons pas de vue que les territoires des communes sont soumis à des dispositifs réglementaires, et que aussi stratégique soit-elle une infrastructure de transport *ne saurait modifier l'usage de l'espace si les dispositifs réglementaires du droit de l'urbanisme empêchent, par exemple, toute modification du coefficient d'occupation des sols* (Offner, 1993).

Ces remarques que nous venons de faire sont confortées par des analyses précédentes de François Plassard. Pour le scientifique : « Quelles que soient les méthodes employées, toutes ces observations empiriques confortent l'hypothèse que la mise en service d'une grande infrastructure de transport a peu de conséquences sur l'organisation des territoires et leur développement, quand on se limite à une échelle locale. Les quelques transformations qui ont pu être repérées, aussi bien dans la localisation des activités que dans les évolutions du marché immobilier, apparaissent plus comme des symptômes, difficiles à repérer, de transformations sans doute plus importantes et plus profondes » (Plassard, 2003, page 52).

²⁷ Cet indicateur de développement est de plus en plus remis en question par les économistes.

3.3. Des tentatives pour renouveler les représentations théoriques

Étant donné que les méthodes standards d'investigation portant sur l'infrastructure sont jugées inefficaces du fait que la primauté est donnée au lien de causalité entre transport, à grande vitesse en l'occurrence, et transformations spatiales (Bonnafous et Plassard, 1974 ; Offner, 1993 ; Offner et Pumain, 1996), de nouvelles démarches ont vu le jour dans les années 1990. Parmi celles-ci, nous avons choisi de rappeler les travaux d'Alain Rallet et André Torre (des travaux cités en exemple par Plassard lui-même) qui apportent un nouveau regard à la notion de territoire. En effet, contrairement à l'expérience du passé où le territoire était perçu comme un « espace passif » soumis à des enjeux économiques et qui devait se laisser façonner, les chercheurs ont introduit dans leur approche un nouveau facteur en tenant compte des systèmes de production et des dynamiques propres à chaque territoire. Leur tâche va s'avérer délicate lorsqu'ils vont entreprendre, dans un plus large spectre, les analyses portant sur « l'économie spatiale » et « l'économie industrielle » du fait que de multiples acteurs entrent en jeu (Rallet et Torre, 1995). Ce basculement de paradigme offre l'avantage de ne plus envisager que le développement économique et les modifications spatiales sont la résultante de l'infrastructure de transport mais que cette dernière contribue aux échanges économiques. La démarche consiste à analyser les infrastructures de transport sous l'angle géographique en les intégrant dans le système territorial, une notion que nous reprendrons ultérieurement, et sous l'angle économique en les associant à un « système de production ». Dans la même perspective d'approche, certains géographes ont fait naître les notions de « proximité spatiale » et de « proximité organisationnelle », deux notions qui ont le mérite de balayer les anciennes représentations théoriques, et qui rejoignent l'orientation de Rallet et Torre. En effet, ces deux notions impliquent que le territoire soit l'élément central, ce qui a comme corollaire de considérer le rapport entre « dynamiques industrielles » et « dynamiques spatiales » que suppose l'infrastructure de transport. La « dynamique » est un concept novateur dans le sens où est prise en compte l'échelle temporelle, une variable souvent ignorée par les prédécesseurs mais néanmoins déterminante dans l'analyse des liens de causalité entre transport et restructuration spatiale. Ensuite, ce qui diffère dans cette approche des standards traditionnels et néoclassiques, c'est la notion de « proximité » dont la vocation n'est pas de « déduire des transformations du système de transport les modifications de l'activité de production, mais (considérer) les transports comme des moyens qui permettent des choix renouvelés des modes d'organisation (Plassard, 2003, p. 69-70). Certains chercheurs comme Becattini, (1990) ; ou Storper, (1993) ; proposent la proximité organisationnelle au lieu de la proximité spatiale : « À défaut de proximité spatiale, les entreprises peuvent bénéficier de leur proximité organisationnelle pour mettre en œuvre des proximités circulatoires qui rendent possible l'apparition de nouveaux modes de coordination et renforcent, par exemple, leurs capacités d'innovation » (Plassard, 2003, p. 69-70). La notion de « proximité organisationnelle » est envisagée sous un autre angle : « Les infrastructures de transport ne peuvent pas avoir des « effets » dans la mesure où elles ne sont qu'un élément parmi d'autres que les entreprises peuvent mobiliser dans le cadre de leur stratégie

d'organisation de leur activité de production, et la même infrastructure peut avoir des formes d'organisation différentes. Il est alors impossible de chercher à identifier des conséquences ayant un certain caractère de régularité, à la mise en place d'un nouveau système de transport. On ne peut comprendre les opportunités qu'il offre, et donc les transformations spatiales auxquelles il peut conduire, qu'à partir de la compréhension des dynamiques organisationnelles du système de production » (Plassard, 2003, page 70). Rappelons cependant que le concept de « proximité » n'a pas remporté de franc succès auprès de la communauté scientifique.

F. Plassard pour sa part considère que ses approches sont encore trop tâtonnantes pour prétendre pouvoir mettre au rebut les représentations théoriques classiques. Celles qu'il a mises en lumière ne constituent pas une grande avancée et le fait de ne plus accorder crédit à un lien de causalité entre transport et transformation spatiale ne suffit pas à « expliquer les relations qui peuvent exister entre les formes d'organisation et les modes de circulation des biens, des personnes et de l'information qui leur sont associés » (Plassard, 2003, page 71). Le constat qui en ressort est que trouver un substitut aux anciennes représentations théoriques n'est pas chose aisée. En tout état de cause, il conviendra, pour arriver à relever le défi, de ne pas faire abstraction des diverses interrelations et interactions entre toutes les composantes qui régissent l'organisation du territoire.

Au terme de cette analyse, nous constatons qu'il y a différentes manières de rentrer par le territoire. Mais il est fondamental, préalablement à toute analyse visant à montrer les impacts potentiels des infrastructures de transport sur les transformations spatiales de connaître l'ensemble des éléments qui existent, coexistent sous forme de relations et peuvent exister entre le fonctionnement d'une société, son mode d'organisation, d'occupation et d'utilisation de son sol/territoire. Les territoires sont avant tout des systèmes complexes, c'est donc une erreur de vouloir les enfermer dans la « boîte système productif » ou « district industriel » ou dans la boîte simpliste « cause = effets ». Il ne faut pas perdre de vue que « Les transports n'ont de sens qu'à l'intérieur d'un ensemble plus complexe, qui implique non seulement des coûts ou des temps de transport, mais aussi une histoire, des valeurs. C'est ce que nous apprend le passage de la notion d'espace à celle de territoire. [...] En se limitant à l'étude des « effets » des grandes infrastructures, les recherches ont fait l'impasse sur la façon dont les sociétés contemporaines organisent leurs relations au temps et à l'espace, aussi bien en ce qui concerne les modes de vie des particuliers que les systèmes de production ou les formes prises par l'urbanisation. » (Plassard, 2003, p. 73 et 77). C'est dans ce contexte que le chapitre suivant prend tout son sens et signe l'entrée en matière de la manière dont nous avons choisi d'aborder la question des effets du TGV/LGV PACA, dans l'espace transfrontalier franco-italo-monégasque, notre aire d'étude. Car, jusque-là « [...] On peut dire que les approches théoriques qui ont cherché à formaliser les conséquences des infrastructures de transport se sont surtout préoccupées du fonctionnement de ce qui existe dans l'espace environnant sans se préoccuper de la nature de cet espace, à la façon dont il est le résultat de l'activité d'une société donnée. » (Plassard, 2003, page 84). Avec une méthode de diagnostic

spatial que nous proposons dans le prochain chapitre, nous montrons notre détermination à dépasser *le face à face réducteur entre transport et espace* pour montrer comment, en s'intéressant à l'ensemble d'un système territorial, il devient possible de contourner *la difficulté* qu'avaient jusque-là les planificateurs à *franchir l'espace*. Grâce au diagnostic spatial, les transformations spatiales en cours, passées et potentiellement à venir sont repérées. Grâce à ces repérages, il devient possible *d'anticiper à l'aide d'approches prenant en compte la complexité des systèmes spatiaux*, les futurs possibles de la future Ligne à Grande Vitesse Provence-Alpes-Côte d'Azur (LGV PACA). Cette démarche exige d'articuler les échelles spatiales et temporelles. Il est donc là question de déterminer en quoi le TGV va participer ou non à renforcer les transformations repérées, comment pourrait-il les effacer ou les étouffer ou tout simplement les confirmer ? Voici des questions dont nous nous emploierons à apporter des réponses tout au long de cette recherche, dans le but d'apporter notre pierre à la longue et difficile construction de nouvelles représentations théoriques permettant de mesurer et d'identifier les transformations de l'espace par le TGV, appelées de leurs vœux par Guy Joignaux et Jean-François Langumier en 2000 : *De nouvelles représentations de l'insertion de l'infrastructure dans la dynamique des territoires sont à l'évidence nécessaires, aux confins de l'économie spatiale, industrielle et des théories de la gouvernance*.

Conclusion du chapitre 3

Ce chapitre a mis en lumière la difficulté pour le chercheur de disposer d'une visibilité suffisante sur la question des impacts territoriaux des trains à grande vitesse. En nous penchant de plus près sur la question de la relation entre TGV et transformations spatiales des lignes à grande vitesse, nous avons vite été confrontée à des manquements (volontaires ou involontaires) sur l'évaluation *post-TGV* des territoires desservis. Aussi, le caractère trop général que revêtait l'ensemble des études visant à évaluer l'après-TGV dans les villes disposant de l'infrastructure gare TGV, n'a pas permis d'explorer en profondeur le rôle de l'infrastructure à grande vitesse sur la transformation socio-économique des territoires desservis. De même, à aucun moment, les Bilans supposés éclairer la connaissance *post-TGV* des territoires, n'ont été capables d'isoler l'impact du TGV sur le développement territorial et l'impact que d'autres facteurs socio-économiques pouvaient jouer sur le développement. Toutefois, cet exercice a permis de discriminer deux niveaux d'effets du TGV : les effets immédiats et certains, comme l'accessibilité et l'augmentation du trafic, et les effets supposés se manifester à long terme, qui sont eux très incertains, et dont la démonstration, si elle est possible, reste à faire. D'ailleurs, les conclusions des recherches menées par le Laboratoire d'Economie des Transports (LET) de l'université de Lyon II sur le TGV abondent dans ce sens : *On observe un écart entre les changements importants et quasi immédiats introduits par le TGV dans la mobilité des personnes [...] et la lenteur d'apparition des effets dits « structurants » qui pourraient lui être imputés. Les répercussions du TGV sur les activités des zones desservies ne sont pas automatiques [...]. Aussi convient-il de s'affranchir de tout discours qui établirait une relation déterministe.* (Laboratoire d'Economie des Transports (,

1986). Par voie de conséquence, l'exercice que nous avons conduit s'est soldé par un constat rédhibitoire : l'effet du TGV sur l'occupation des sols n'a fait l'objet d'aucune enquête de fond. À partir de démarches de simulation et de modélisation, nous aborderons cette question sous un angle hypothétique et nous démontrerons dans quelle mesure le TGV peut impacter de façon précise et claire, l'occupation de l'espace transfrontalier franco-italien.

On est en droit de se demander si la LGV PACA constitue réellement la seule solution permettant de répondre aux problèmes d'avenir de la région. Ne faudrait-il pas aussi penser à un TGVR (Transport à Grande Vitesse Régional) dans le cas de la région PACA ? Bien entendu les caractéristiques d'un tel projet doivent être définies en fonction du fonctionnement réel du territoire PACA, c'est-à-dire en prenant en compte sa diversité structurelle et toutes ses spécificités. Quel est l'intérêt du TGVR ? Le premier intérêt est sans doute le fait que cette infrastructure va permettre de faciliter les relations entre les principales villes de la région d'une part, c'est-à-dire les relations est-ouest/littoral, et d'autre part les relations entre ces villes et de nombreuses villes intermédiaires situées dans le moyen pays et/ou le proche arrière-pays, en d'autres termes faciliter les relations entre villes est-ouest et nord-sud. Et c'est sur cette dernière qu'il sera nécessaire de réfléchir sur une synchronisation entre tous les réseaux afin de permettre un réseau de rabattement fer et route, autrement dit réussir une vraie politique intermodale. Par ailleurs, un TGVR présente un autre intérêt qui est celui de conserver les avantages évidents du TGV, à savoir modernité, confort, réduction des temps de parcours (même si dans ce cas la vitesse ne serait pas 300km/h – qui répond plus à la logique d'un réseau centre-périphérie (se rapprocher de Paris) – mais devrait être revisitée à la baisse pour favoriser les relations transversales, c'est-à-dire rapprocher les territoires d'une même région entre eux et non les éloigner). Mais ceci pose beaucoup d'autres questions. Aménager un territoire, c'est avant tout affaire de choix et de priorité. Quelle est la priorité pour la région ? Structurer son espace régional ? Dans ce cas, il est préconisé de rapprocher les villes qui la composent entre elles et, dans ce cadre, un TGVR est le plus adapté. Mais, si la priorité est de se rapprocher de la capitale Paris et de l'Europe par l'Arc Méditerranée, dans ce cas une ligne à grande vitesse classique qui ne dessert que les grandes métropoles régionales est une solution, à la condition toutefois que derrière soit assurée une réelle politique intermodale de transport, ce qui implique de favoriser en parallèle les relations transversales afin de ne pas créer comme dans d'autres territoires que nous avons déjà cités comme exemples, un éloignement entre les villes les plus importantes et les villes intermédiaires. Pour l'heure, le projet TGV présenté au débat public par le maître d'ouvrage ne semble pas faire des relations transversales une priorité. Mais, au-delà du choix d'aménagement, c'est une réelle confrontation des stratégies locales régionales et européennes que l'on peut lire dans la politique française des transports, et seule une approche multiniveau de l'aménagement du territoire avec comme pierre angulaire, une stratégie locale du transport, pourra permettre un aménagement global optimal. L'approche multiniveau envoie un message : les niveaux ne s'opposent pas, ils se complètent, s'équilibrent et peuvent coexister. C'est sous cet angle que les acteurs devraient penser l'avenir de leur territoire.

Conclusion de la Première partie

Conscient de l'insuffisance de ses infrastructures terrestres, du déséquilibre de son système de transport, des saturations de son réseau de transport, de son isolement par rapport au réseau européen à grande vitesse, l'espace transfrontalier franco-italo-monégasque aspire à travers ce grand projet ambitieux (LGV PACA) à une intégration concrète visant à améliorer ses échanges et à dynamiser son économie. L'ouverture d'une ligne à grande vitesse sur le territoire est plus que jamais un enjeu majeur pour des acteurs convaincus que seul un projet de territoire d'envergure transfrontalière (liaison avec l'Italie) pourra mettre en évidence le caractère stratégique de cet espace au sein de l'Europe du Sud. Le retour d'expérience du TGV prouve que l'influence du TGV sur le développement des territoires reste encore mitigée. En effet, il demeure encore très difficile pour les chercheurs de distinguer les effets du TGV des effets résultant d'autres facteurs socio-économiques. Mis à part l'amélioration de l'accessibilité, l'expérience TGV montre que les effets du TGV sur les prix des logements par exemple sont difficiles à mettre en évidence. Ces observations nous invitent donc à la prudence car nos analyses ont permis de constater qu'aucun bouleversement (en tout cas après huit ans seulement) n'a été noté, et que par ailleurs, plus que subordonnés aux effets TGV, les territoires desservis par ce dernier semblent plutôt s'inscrire dans une conjoncture locale, régionale, voire même nationale. En matière d'aménagement local toutefois, l'exemple des gares TGV de Lille ou encore d'Aix-en-Provence et des travaux d'envergure initiés depuis une dizaine d'années dans la gare TGV de Marseille-Saint-Charles indique des effets notoires du TGV sur l'architecture urbaine, mais encore une fois, ceux-ci restent très localisés au niveau des quartiers de la gare TGV.

Dans toutes les études portant sur l'évaluation des effets TGV, un élément fondamental est apparu : le TGV ne fait pas de miracle, c'est plutôt un amplificateur d'un phénomène déjà existant et dynamique. Il ne peut donc pas créer un développement économique local quelle qu'en soit sa forme. De ce fait, le TGV doit être perçu comme un élément du système de transport qui peut stimuler le potentiel socio-économique existant d'un espace donné.

D'importantes faiblesses ont été également soulignées dans l'analyse de l'évaluation des effets TGV sur la transformation des surfaces artificialisées/urbanisées. Pourtant, cet élément est fondamental pour détecter les changements pouvant survenir au cours du temps, avec la nécessité d'une projection sur le long terme, dans un espace devant accueillir prochainement le TGV, comme l'espace transfrontalier franco-italo-monégasque. Toutefois, ce travail de recherche ne prétend pas pallier ces lacunes mais propose, à travers une démarche de modélisation spatiale, d'explorer le phénomène des surfaces urbanisées au lendemain de la mise en service d'un TGV. Mais, comme nous l'avons formulé dans la dernière section de ce chapitre, c'est un point qui reste difficile à appréhender car plusieurs facteurs connus ou inconnus, quantitatifs et non quantitatifs, spatiaux et non spatiaux, endogènes et exogènes, visibles et invisibles, mesurables et non mesurables peuvent participer au phénomène de transformations spatiales (croissance urbaine par exemple). C'est en ce sens

qu'une part d'aléatoire demeure dans la détermination de la croissance urbaine d'un territoire. Mais, est-ce à dire qu'il ne faut pas évaluer ce phénomène ? Il est évident que la réponse est négative car il existe un facteur qui est mesurable, quantifiable et spatialement explicite et qui peut rendre compte de manière nette et synthétique de la dynamique urbaine d'un territoire dans un contexte de ligne à grande vitesse ou même de son absence. Il s'agit du facteur « occupation et utilisation des sols », un élément de mesure indispensable pour la détection des changements spatiaux. L'avantage du facteur occupation des sols, c'est qu'à chaque classe correspond une utilisation particulière du sol par l'homme (des classes qui représentent la vie économique, celles qui représentent la population résidente et celles qui représentent les espaces naturels). Le choix de ce facteur pour la mesure de la croissance urbaine est d'autant plus pertinent qu'il existe des modèles dynamiques et spatialement explicites basés sur l'occupation des sols. Mais, dans le cadre du projet LGV PACA, plus qu'un modèle de croissance urbaine, c'est également un modèle ayant la possibilité d'intégrer dans son paramétrage une nouvelle infrastructure de transport à l'image du TGV qui est recherchée. C'est dans ce contexte d'intégration des réseaux de transport et de l'occupation des sols que nous avons été amenée à choisir le modèle MOLAND, un modèle basé sur la philosophie et la structure des automates cellulaires.

Les caractéristiques de ce modèle seront donc discutées dans la seconde partie de notre étude.

***PARTIE 2 : Modélisation et simulation : Vers
l'acquisition de nouvelles connaissances pour
l'appréhension des futurs possibles***

*Everything that happens in our world resembles
a vast game in which nothing is determined in advance
but the rules, and only the rules are open to objective
understanding (Eigen and Winkler, 1981, cité par
Couclelis, 1987)*

Introduction

La recherche fondamentale et/ou appliquée d'origine anglo-saxonne (plus particulièrement), s'est longuement interrogée ces dernières décennies sur le concept de complexité. Des questionnements légitimés en partie par la nécessité de considérer, dans le cadre d'une démarche de modélisation, des facteurs multiples endogènes et/ou exogènes pouvant influencer le devenir des espaces étudiés.

Mais, déjà en 1948, Warren Weaver propose une approche de la complexité en prenant en compte au préalable, trois types de problèmes rencontrés dès l'instant que le scientifique est amené à préciser le fonctionnement d'un système complexe. Il propose alors la classification suivante : « problem of simplicity », « problem of disorganized complexity » « problem of organized complexity ». Ayant perçu l'inéluctable nécessité pour la science de devoir cohabiter et apporter des théories, méthodes et/ou outils pour faire face aux nombreux problèmes que pourrait poser la complexité, il livre le point de vue suivant : « Science must, over the next 50 years, learn to deal with these problems of organized complexity » (Weaver 1948, p. 538). La complexité apparaît ainsi comme *un concept troublant* et devient un paradigme pour la science car, ce qui *a priori* paraît simple devient un problème fondamentalement complexe dès lors que l'on cherche à saisir les fonctionnements et les différents processus qui sont en jeu. Dans le même ordre d'idée, Michael Batty, dans son ouvrage intitulé *Cities and Complexity*, laisse entendre : « As classical science began to discover that many of its systems of interest were not in fact "simple" but "complex", in the words of Warren Weaver (1948), a new paradigm grappling with essence of such systems began to emerge. This is complexity theory, which is being built from many directions » (Batty, 2005, p.5).

Il est donc généralement admis que les systèmes sont complexes parce qu'ils sont composés de multiples éléments qui interfèrent parmi lesquels des actions, des interactions, des rétroactions et des interrelations comme l'ont fait remarquer Covenay et Highfield, en 1995 : *Complex systems consist of many basic but interacting units* (Covenay et Highfield, en 1995), et sont, comme l'indique Arthur en 1999 : *systems in process that constantly evolve and unfold over time*. En 2005, Michael Batty apporte un argument supplémentaire à propos de la complexité et du caractère impondérable des systèmes en formulant une étonnante affirmation : « Complexity is the characteristic of systems that are intrinsically unpredictable (...). In short, one definition of a complex system in this context is based on simple rules or interactions that give rise to unanticipated spatial outcomes (...) » (Batty, 2005, p. 64). Mais dans ces conditions, pourquoi prédire ? Quelles sont les raisons qui motivent le scientifique pour continuer de développer des modèles de plus en plus performants dans le seul but de pouvoir simuler, et ceci, de la manière la plus acceptable, la plus réaliste et plausible des phénomènes complexes si, au préalable, ces phénomènes sont soumis à une forme d'inertie qui les rend inaptes à la prédiction parce que imprévisibles et complexes ?

Au regard des différentes définitions et études inspirées par le concept de la complexité, nous sommes amenée à penser que les systèmes sont complexes parce qu'ils comportent des contradictions et des incertitudes dans les processus qui caractérisent et fondent leur fonctionnement et leur évolution. Dans ce contexte, il est souvent difficile de prédire leur évolution. Toutefois, la complexité doit être *la recherche d'une possibilité de penser à travers la complication (c'est-à-dire les inter-rétroactions innombrables), à travers les incertitudes et à travers les contradictions* (Morin, 1990, 2005)

Les scientifiques, et notamment ceux qui ont contribué au développement de la prise en compte de la complexité dans la simulation des systèmes défendent globalement l'hypothèse selon laquelle les structures des territoires qui émergent dans l'espace et dans le temps sont le résultat d'actions locales. Dès lors, la plus petite action est considérée comme pouvant influencer l'organisation et/ou la réorganisation de l'ensemble d'un système spatial donné. Le développement de l'approche *bottom-up*, pour la compréhension des processus géographiques qui gouvernent, fondent, créent et/ou modifient les structures ainsi que les trajectoires qu'ils peuvent emprunter, prend toute sa place dans l'étude de la complexité des systèmes spatiaux. L'approche *bottom up* devient ainsi le point de départ de toute réflexion qui tend à analyser la complexité d'un phénomène et va à travers elle, donner naissance à plusieurs types de modèles dynamiques et spatialement explicites à l'image des automates cellulaires. Par leurs caractères dynamiques, les modèles basés sur les automates cellulaires permettent d'effectuer des simulations visant ainsi à détecter les changements qui se produisent et ceux susceptibles de se produire d'un système dit complexe.

Chapitre 1 : Le territoire, un système complexe : fondements théoriques et approches méthodologiques

Notre objet d'étude, le territoire transfrontalier, est appréhendé en tant que système. Les systèmes sont, comme les modèles, des constructions intellectuelles. Ils ne *sont pas dans la nature mais dans l'esprit de l'Homme*. L'approche systémique, connue depuis les années 1970, a été conçue pour penser et agir dans la complexité. Elle s'est construite en effet autour de quatre concepts de base en inter-relation : la globalité, la complexité, le système et l'interaction. Complexité et système sont donc consubstantiels. Ainsi les « sciences des systèmes » ont-elles préfiguré ce qu'on désigne aujourd'hui sous le nom de « complexité » (Lévy et Lussault, 2003).

1.1. Territoire, Anthroposystème et Système Spatial

Nombreuses sont les définitions d'un système ; la définition proposée par Jean Louis Le Moigne, « un système c'est un projet, une action dans un environnement » est de celles qui caractérisent le mieux les anthroposystèmes dont font partie les systèmes territoriaux.

Le concept d'anthroposystème comme l'indique Lévêque *et al* en 2003 dans leurs travaux, est relativement récent dans le champ scientifique. Il s'est largement inspiré de notions telles que l'*écosystème* (Tansley, 1935), le *géosystème* (Bertrand et Beroutchachvili, 1978) ou encore de *socio-système* (Lapierre, 1992). Trois notions qui ont en commun la démarche systémique comme moyen de mise en évidence d'actions, interactions et boucles de rétroaction entre des éléments visibles et/ou invisibles d'un système donné. L'anthroposystème se définit comme un *système interactif entre deux ensembles constitués par un (ou des) socio-système(s) et un (ou des) écosystème(s) naturel(s) et/ou artificialisé(s) s'inscrivant dans un espace géographique donné et évoluant dans le temps. Ces écosystèmes sont occupés, aménagés, et utilisés par des sociétés, ou bien s'ils ne le sont pas, leur existence est nécessaire à leur vie et à leur développement social. Les sociétés qui vivent et/ou utilisent cet espace sont constituées de groupes sociaux ayant des intérêts et des jeux propres* (Lévêque *et al.*, 2003). Cette définition insiste sur l'aspect dynamique et évolutif (passé, présent et futur) du système en introduisant la notion de temps, mettant ainsi en perspective la démarche de prospective. Et, comme l'indiquent Lévêque et van der Leeuw en 2003 dans leurs travaux portant sur la « prospective », *la connaissance du passé des anthroposystèmes aide à comprendre leurs trajectoires temporelles et ainsi, peut « aider » à la mise en place des « scénarios du futur ».*

De la même manière que l'aspect temporel et donc dynamique, le concept d'anthroposystème *insiste aussi sur l'aspect co-évolutif des systèmes naturels et sociaux associés sur un territoire soumis, tout à la fois, à des transformations d'origine interne (de niveau ou des niveaux d'organisation inférieurs) ou externe (des niveaux d'organisation*

contigus ou supérieurs. De même, le concept d'anthroposystème exige de s'inscrire dans une dynamique temporelle parce que *les anthroposystèmes ont un passé qui marque fortement la situation actuelle ; ils ont un futur qui dépend de l'histoire et des prises de décisions actuelles*. En d'autres termes, les anthroposystèmes ont de la mémoire et tenir compte de cette caractéristique est indispensable pour la démarche prospective qui a pour mission *d'éclairer le présent et de mieux cerner les enjeux des prises de décision pour le futur* (Levêque et al., 2003)²⁸). Ainsi, le concept d'« anthroposystème » a une épaisseur puisqu'il est *contenu* et *contenant* d'éléments évolutifs qui, par l'action de l'homme se transforment continuellement dans le temps et dans l'espace.

Le concept de « système » (Auriac, 1979 ; Durand-Dastes, 1984), dans sa globalité est par essence dynamique parce que susceptible de se transformer et de subir des bifurcations. Ce dynamisme trace les différentes trajectoires évolutives du système, ce qui par ailleurs attribue au système une dimension complexe. Complexe aussi, parce que dans le système, agissent et rétroagissent plusieurs éléments motivés par des processus endogènes et/ou exogènes qui influencent son évolution. Dès lors, appréhender les éléments qui composent les systèmes ainsi que les processus qui motivent leurs changements est tâche complexe mais indispensable pour préciser la trajectoire passée, la trajectoire observée présentement et la trajectoire qui pourrait et devrait s'effectuer dans le futur. De ce fait, pour saisir la complexité d'un anthroposystème donné, le géographe doit d'abord apprendre à identifier le pourquoi de la complexité afin d'être apte à la détecter spatialement et de manière temporelle. Le pourquoi de la complexité doit aussi impérativement être trouvé dans l'importance des phénomènes d'inertie sur lesquels repose l'essentiel de la compréhension des éléments majeurs qui vont déterminer les trajectoires structurelles et organisationnelles. L'inertie est riche à considérer dans l'analyse des systèmes complexes en ce qu'elle évoque aussi « les héritages » légués aux systèmes et qui caractérisent à la fois les structures fonctionnelles qui vont de pair avec les structures spatiales. Par la modélisation et la simulation spatiale, les phénomènes d'inertie peuvent être mis en évidence. La prise en compte des phénomènes d'inertie dans le cadre de la modélisation nous semble particulièrement fondamentale dans la mesure où elle peut nous permettre de déterminer de quelle manière la structure spatiale influence la dynamique et le développement territorial.

Le territoire est un type d'anthroposystème dans lequel entrent en interaction trois composantes majeures : les acteurs, l'espace géographique aménagé par les acteurs et le géosystème qui, par ses contraintes et ses aménités, exerce une influence sur les projets et les décisions des acteurs. Si le "système territoire" est appréhendé par la plupart des chercheurs comme un système complexe évolutif selon la problématique, selon l'angle d'étude retenu par le chercheur, l'attention se focalisera sur certaines interactions plus que sur d'autres. L'analyse du système territorial peut ainsi privilégier les interactions des acteurs et de

²⁸ Contribution de Levêque et van der Leeuw dans « Prospective SIC 2002 ; Synthèse de l'atelier n°5 ; 6 pages

l'espace, cibler les recherches sur *les jeux spatialisés des acteurs pour comprendre les processus qui guident l'évolution de l'espace géographique* (Moine, 2006). Une autre entrée consiste à privilégier l'analyse de la complexité spatiale et donc des interactions entre niveaux spatiaux. Le territoire est alors perçu avant tout comme un système spatial caractérisé par *une dynamique complexe faite de niveaux d'imbrication de nombreux processus dont l'action se manifeste à des instants différents et selon un jeu d'échelles spatiales multiples, combiné à un jeu d'échelles temporelles tout aussi diversifiées* (Le Berre, 1984).

Les systèmes territoriaux sont des systèmes emboîtés. Les deux axiomes que propose le philosophe Bunge et relatifs aux échelles spatiales (Bunge, 1986) : *Tout système, à l'exception de l'univers, est un sous-système d'un autre système*'' , ''*Chaque chose concrète est soit un système, soit une composante d'un système*'' permettent de postuler qu'un élément, en l'occurrence une infrastructure de transport, se distingue par sa pluriappartenance spatiale, économique et administrative. Par ailleurs, ses spécificités pouvant varier selon une configuration donnée – à savoir le niveau spatial et l'angle d'approche observés –, un élément ne deviendra pas systématiquement un paramètre structurant. C'est la raison pour laquelle les systèmes spatiaux sont distribués hiérarchiquement. La théorie de la hiérarchie (Allen, 1982) apparaît donc ici comme un cadre conceptuel adapté pour définir la représentation d'un système complexe. Selon cette théorie, le comportement d'un système organisé hiérarchiquement, voire imbriqué, est contingenté par les interactions des systèmes le composant au niveau inférieur et soumis aux contraintes exercées par les systèmes du niveau supérieur (Marceau, 2008). Le caractère complexe d'un système territorial appelle à développer une démarche plurithématique, c'est-à-dire en prenant en compte non pas sa diversité mais chacun de ses aspects en vue d'une meilleure compréhension (Voiron-Canicio, 1993).

La cohésion spatiale d'un système territorial est subordonnée à sa globalité de fonctionnement. Or, le facteur humain joue un rôle prépondérant, par le biais de l'aménagement du territoire par exemple, dans le caractère à la fois hétérogène d'un espace, et homogène dans les sous-espaces qui le composent. On observe généralement que les notions pourtant nuancées, d'hétérogénéité et de différenciation sont invoquées indistinctement. Il convient de dissocier chaque acception et de les situer dans leur contexte respectif. Ainsi, la notion d'hétérogénéité fait référence au caractère propre à une configuration spatiale et résultant de ses transformations, tandis que la notion de différenciation relève d'une démarche évolutive. Maryvonne Le Berre lors du Géopoint de 1984 portant sur la thématique *Systèmes et localisations*, ne manque pas de rappeler les définitions des termes « hétérogénéité » et « différenciation », comme suit :

- *hétérogénéité* : « caractère de ce qui est hétérogène, c'est-à-dire constitué d'éléments de nature différentes »,

- *différenciation* : « action, pour des éléments semblables de devenir différents ou, pour des éléments dissemblables, d'accentuer leurs différences. »

Il s'avère que la modélisation systémique visant à analyser les différenciations spatiales d'un système complexe, est une démarche qui semble parfaitement répondre aux attentes des géographes ces dernières décennies, dans la mesure où ceux-ci disposent d'outils qui soient à la hauteur des exigences propres au traitement des données.

Les spécificités d'un système spatial en font un système de nature complexe accentuée par l'artificialisation de l'espace géographique liée à l'activité humaine, où la main de l'homme façonne et modifie, partiellement voire totalement, le territoire. Or, il convient de rappeler que les projets de réaménagement sont soumis à une force d'inertie provenant de l'espace aménagé antérieurement : « L'évolution de l'espace est en quelque sorte conditionnée en partie par son propre passé » (Le Berre, 1984, page 86). Cela s'explique par le fait que les systèmes spatiaux, ayant déjà subi des transformations, sont dotés d'une certaine rigidité qui n'autorise que très peu la réalisation d'autres projets.

Nous avons pu observer que les différents éléments qui composent un système spatial se caractérisent par la multiplicité et la divergence des interactions et rétroactions de ses éléments (cf. figure 1.1), de là la difficulté à quantifier la résultante d'une action anthropique sur les transformations spatiales. Les effets que peuvent engendrer un projet de société – infrastructure de transport, pôle d'activités pour redynamiser une région, etc. – sur le territoire, sont d'autant plus difficiles à mettre en lumière, qu'il subsiste des phénomènes d'inertie, de délais et de seuils de retournement de situation (Voiron-Canicio, 1993).

Cette réflexion tend à conforter l'idée qu'il convient de considérer les dimensions de la complexité pour arriver à appréhender le fonctionnement des systèmes spatiaux soumis à d'incessants remaniements.

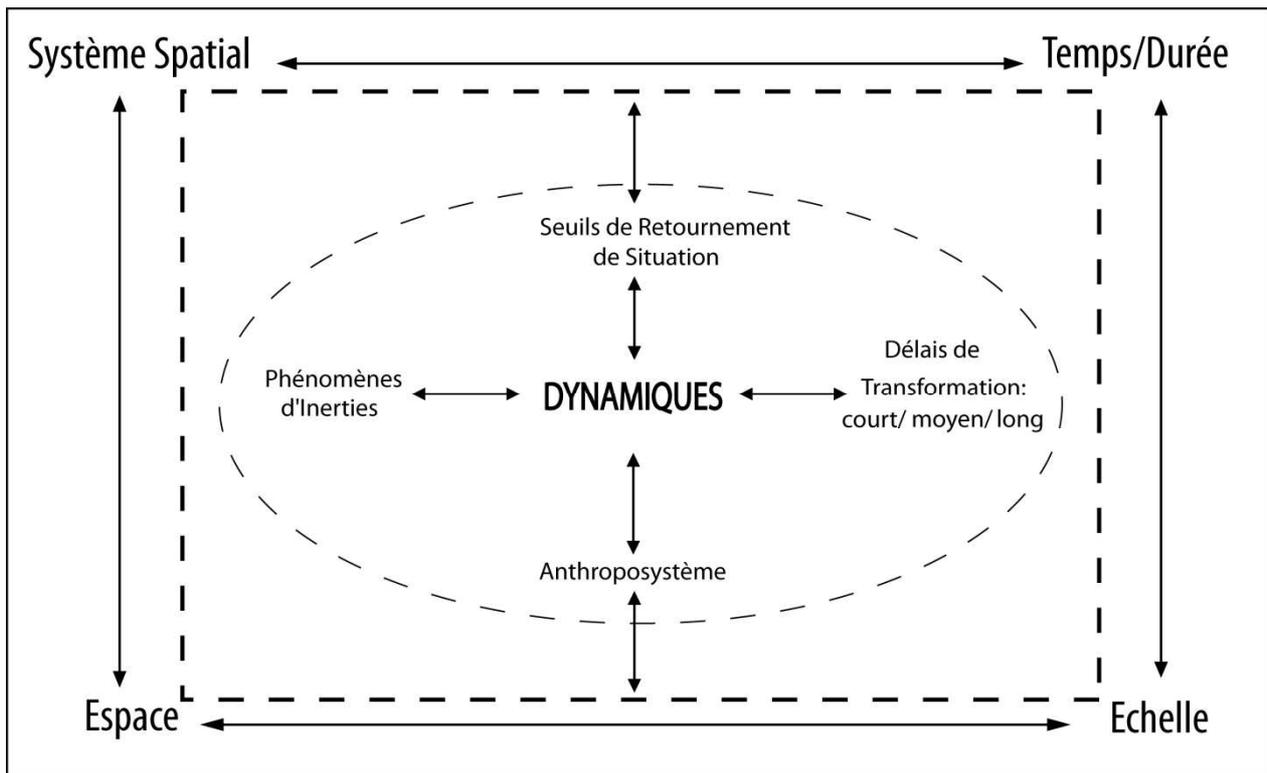


Figure 1.1: Interactions et Rétroactions entre Eléments d'un Système Spatial

1.2. Les dimensions de la complexité

Le concept de la complexité mobilise les scientifiques de tous bords (Géographie, Physique, Biologie, Chimie...) depuis plus d'une vingtaine d'années. Les prémices sont à resituer au milieu du vingtième siècle avec la théorie mathématique de la communication de Shannon et de Weaver (1949) « The mathematical theory of communication » parue dans la revue universitaire de l'Illinois aux USA et a permis aux scientifiques de pouvoir évaluer le niveau de complexité d'un système (Williams, 1997).

Dans sa démarche qui le fait aller *A la rencontre du complexe*, le géographe se confronte à un exercice délicat en essayant de faire la lumière sur le concept de complexité car, celui-ci, tout en possédant les attributs d'objets qui lui sont familiers comme le système, l'espace et/ou le temps, est une science en soi et donc avec des fondamentaux difficilement maîtrisables pour les scientifiques provenant d'autres disciplines et pouvant être tentés d'explorer des horizons scientifiques passionnants mais dont ils n'ont pas l'entière maîtrise. C'est pour cette raison que nous avons jugé utile, afin d'apporter une analyse fidèle au concept de la complexité, de faire appel aux auteurs qui ont largement participé à sa diffusion et à sa connaissance à l'image de Shannon et de Weaver en 1949.

Dans les années 1990, une définition semble faire l'unanimité au sein de la communauté scientifique pour le concept de complexité. Des scientifiques tels que Waldrop (1992) définissent la complexité de la manière suivante : *Complexity*. « A type of dynamical behaviour that never reaches equilibrium and in which many independent particle-like units or “agents” perpetually interact and seek mutual accommodation in any of many possible ways. The units or agents spontaneously organizing and reorganizing themselves in the process into ever larger and more involved structures over time » (Waldrop, 1992) cités par (Williams, 1997; p. 234, p. 449).

Au regard de cette définition, nous comprenons pourquoi dans l'étude des systèmes, le concept de complexité appelle à préciser le comportement dynamique et spatio-temporel des différents éléments qui structurent et qui fondent un système à partir de mouvements d'inter-rétroactions et d'interrelations multiples. Le comportement dynamique de ces éléments dans les phases d'évolution organise le système tout en s'auto-organisant. C'est ainsi qu'ils font émerger au sein du système lui-même d'autres nouvelles structures. Une structure peut être comprise selon l'acception faite par Williams comme étant spatiale, temporelle ou fonctionnelle (Williams, 1997). Dans son ouvrage, *Chaos Theory Tamed* (1997) Williams suggère l'existence de « six ingrédients » à considérer pour l'identification de la complexité dans les systèmes étudiés (Williams, 1997, p. 234) :

- (1) « A large number of somewhat similar but independent items, particles, members, components or agents.
- (2) *Dynamism: the particles persistent movement and readjustment. Each agent continually acts on and responds to its fellow agents in perpetually novel ways.*
- (3) *Adaptiveness: the system conforms or adjusts to new situation so as to insure survival or to bring about some advantageous realignment.*
- (4) *Self-organization, whereby some order inevitably and spontaneously forms.*
- (5) *Local rules that govern each cell or agent.*
- (6) *Hierarchical progression in the evolution of rules and structures. As evolution goes on, the rules become more efficient and sophisticated, and the structure becomes more complex and larger. For instance, atoms from molecules, molecules from cells, cells from people, and thence to families, cities, nations, and so forth ».*

Ces ingrédients et/ou caractéristiques qui permettent d'identifier le niveau de complexité d'un système appellent à définir et à prendre en considération d'autres concepts comme celui de *dynamique* ou des théories, comme celui du *chaos*, de *bifurcation* ou encore des approches comme la *non-linéarité* et l'*auto-organisation* (...) qui émergent dès l'instant que l'on évoque et/ou traite un phénomène complexe. Ces concepts, théories et approches sont ainsi intrinsèquement liés au développement de la théorie de la complexité comme l'indique Batty (2005) : « Complexity theory has developed during the last twenty years

through excursions into dynamic. It began with catastrophe and bifurcation theory, building nonlinear approaches to biological systems, paralleled by work in deterministic dynamics leading to chaos theory. This has culminated in ideas about transition, order, and the edge of chaos, best seen in ideas about self organisation critically » (Batty, 2005, p. 13).

Les « six ingrédients » suggérés par Williams continuent encore aujourd'hui à alimenter des recherches relatives aux systèmes complexes comme le démontrent les travaux de nombreux scientifiques aujourd'hui. Comment, dans le contexte des nombreuses investigations scientifiques relatives à la complexité, la géographie conçoit-elle ce paradigme ? Quelles sont les approches que le géographe doit adopter pour mieux saisir la complexité ? Dans l'objectif de préciser et d'apporter un éclairage au concept de la complexité, différentes dimensions sont à distinguer en géographie. Il s'agit de la dimension spatiale, de la dimension temporelle et de la dimension anthropique de la complexité.

1.2.1. La dimension spatiale de la complexité : ou la nécessité d'une démarche multi-scalaire

L'échelle est cet outil d'analyse pluridisciplinaire utilisé pour la précision du caractère spatial et temporel de l'évolution d'un système complexe. Pluridisciplinaire car, l'échelle est également appréhendée dans d'autres disciplines comme la physique mais aussi les mathématiques comme le démontrent des recherches portant sur la géométrie fractale ou « Nouvelle Géométrie de la Nature » (Mandelbrot, 1982), introduit en géographie dans les années 1990 (Frankhauser, 1994).

Tout en évoquant le concept de la complexité dans leurs recherches, des scientifiques ont également apporté des précisions à la notion d'échelle parce que celle-ci implique autant la dimension spatiale que la dimension temporelle. Dans le cadre de la simulation et de la modélisation de l'évolution des systèmes, Michael Batty, de loin un de ceux qui ont le plus insisté sur la notion d'échelle (Batty, 2005 ; pp. 21, 34, 36, 57, 104, 108 et 146), souligne l'importance de la prise en compte de l'imbrication des échelles spatiales en s'appuyant sur l'exemple de la ville de Londres : « (...) the London example shows that very dramatic local change seems to have little effect at ever higher spatial scales, although there may be impacts through time and of course influences at higher scales than the metropolis itself (in other world cities, for example). Thus, the *local-global* continuum will play an important role in models (...) » (Batty, 2005, p. 21). Cet exemple montre que les effets des changements observés ou simulés varient selon l'échelle considérée. Ainsi, en plus de l'intérêt qu'il y a à observer une démarche scalaire pour comprendre le fonctionnement évolutif des systèmes dans le cadre de la modélisation et simulation, cet exemple indique également l'importance de prendre en compte le rapport *local-global* afin de mieux nuancer, interpréter et valider les résultats obtenus lors de l'étape de la simulation. Aussi, dans sa démarche visant à démontrer l'importance de l'échelle dans l'étude des systèmes complexes, Michael Batty apporte encore

plus de précision à la notion d'échelle en proposant la définition que voici : *Scale*. « The level of resolution at which we observe the city, which is essentially map scale, and the level of functional differentiation that takes place in different sizes of location or city ». (Batty, 2005 ; p. 34). Nous pouvons observer ici la volonté de l'auteur d'insister sur la différenciation existante entre, d'un côté l'échelle relative à *l'espace*, et d'un autre côté, l'échelle relative à la *taille*. L'échelle relative à *l'espace* amène à fixer un ratio/rapport/fraction/bornes/frontière et demande, parce que *infinie*, à réduire et/ou augmenter des proportions (Williams, 1997). Cette échelle/espace peut être comprise comme la délimitation cartographique d'une aire ou d'un objet à qui l'on attribue des zonages. En revanche, l'échelle relative à la *taille* est considérée comme *finie* et ferait plutôt référence à la hauteur, à la longueur, ou à la largeur d'une forme géométrique des objets qui se trouvent, caractérisent et structurent un espace délimité, en l'occurrence la morphologie des bâtiments d'une cité. Ces différentes précisions que Michael Batty (2005) apporte à la notion d'échelle, sont à replacer dans un contexte de simulation d'un phénomène étudié car, elles indiquent que *l'échelle/taille* (souvent représentée par un pixel dans beaucoup de modèle) est aussi importante que *l'échelle/espace* (l'aire d'étude géographique dans sa globalité) dans l'évaluation de l'évolution des territoires (Batty, 2005 ; Williams, 1997).

Parmi les nombreuses définitions à donner au concept d'échelle en géographie nous pouvons mentionner celle Racine et de Reymond en 1973 cité par (Volvey, 2005 ; p. 18) qui définit l'échelle comme *médiatrice des configurations observées, médiatrice d'une pertinence, médiatrice d'une intention, médiatrice d'une action, médiatrice en définitive des valeurs, du pouvoir et des préoccupations humaines*. Aussi, en Géographie, l'échelle est au cœur de la compréhension de l'évolution des systèmes étudiés. Le géographe est souvent amené à changer d'échelle d'analyse afin de mieux observer les processus qui motivent les changements. Cette migration effectuée d'une échelle à une autre, désignée sous le nom de *démarche scalaire*, est nécessaire pour comprendre le fonctionnement souvent complexe des éléments qui composent le système. En effet, tout se passe comme si selon l'échelle d'analyse d'après laquelle on observe un phénomène, le comportement de ce dernier était modifié sur une autre échelle d'analyse. Et, dans son mouvement, le phénomène entraîne inéluctablement avec lui des enjeux différents. Pour illustrer ces propos, considérons l'exemple du projet de ligne à grande vitesse LGV-PACA. Ainsi, à l'échelle locale l'enjeu du projet est d'impulser un développement des territoires alors qu'à l'échelle régionale, l'enjeu est perçu différemment, l'infrastructure doit être une alternative au problème de saturation des routes et autoroutes, et pallier la lourde insuffisance en équipement ferroviaire de la partie est de la région PACA. D'où la nécessité de prendre en compte l'emboîtement des échelles pour mieux saisir les enjeux de la future infrastructure (CNDP, 2005).

De même, la pertinence de la démarche scalaire se justifie dans le fait que les facteurs qui sont à l'origine des transformations d'un phénomène à une certaine échelle peuvent déterminer, influencer, voire même faire émerger celles qui vont avoir lieu ou sont susceptibles de se produire à une autre échelle. C'est le cas de l'infrastructure grande vitesse

ferroviaire qui, en améliorant l'accessibilité d'un territoire aux échelles régionale, nationale et européenne, c'est-à-dire au niveau global, augmente dans le même temps l'attractivité à l'échelle locale (communes, villes et/ou quartiers) et modifie l'image initiale de la ville. C'est ainsi que des villes de passage, voient leur statut évoluer en « ville TGV, dynamique et moderne » où l'on s'arrête désormais pour visiter, habiter ou entreprendre. Toute chose égale par ailleurs, et dans l'hypothèse que le réseau de transport en question (TGV) fasse office de catalyseur, il serait justifié de penser que ce nouveau statut de ville moderne provoquée par la grande vitesse puisse avoir des incidences majeures et/ou mineures sur la vie socio-économique locale de la ville desservie par le TGV. Cet exemple conforte l'hypothèse selon laquelle le développement local est fondamentalement lié aux processus qui interviennent à l'échelle globale, et que seules une approche scalaire et une confrontation entre changements globaux et changements locaux permettent de saisir les enjeux inhérents aux phénomènes qui structurent l'espace géographique.

Ainsi, le géographe doit en permanence appréhender l'ensemble des échelles pertinentes pour arriver à expliquer son objet d'étude. Quand à l'échelle, elle lui sert souvent d'instrument de mesure. Au final, nous pouvons noter que les processus qui motivent les changements sont complexes et leur prise en compte nécessite souvent de changer d'échelle d'analyse pour mieux situer où les changements détectés pourraient éventuellement se diffuser, se concentrer, marquer leurs différenciations et constituer ainsi une continuité et/ou rupture/barrière dans l'espace et dans le temps. Toutefois, même si la nécessité de confronter les différentes échelles d'analyses pour appréhender la complexité des phénomènes étudiés semble être fondamentale, il faut garder à l'esprit qu'il est toujours délicat, voire impossible, d'appréhender les conflits que révèle l'emboîtement des échelles, c'est-à-dire la succession d'objets géographiques contenus dans l'une et/ou l'autre des échelles et que, c'est essentiellement pour ces raisons que la plupart des modèles s'appuient sur une seule échelle d'analyse et généralement sur celle où les données sont exhaustives et renseignent le plus sur le fonctionnement du système étudié (Gibson, *et al.*, 2000).

Au-delà de la démarche scalaire permettant d'appréhender la complexité, trois éléments que l'on retrouve généralement dans les recherches relatives à l'analyse spatiale permettent de représenter spatialement la complexité des systèmes complexes. Il s'agit (1) de *la résolution* : formalisée par des pixels, des lignes et/ou des polygones et faisant référence à la précision des éléments/objets qui se situent dans l'espace. De cette précision dépend largement les résultats escomptés dans les phases de simulation. Aujourd'hui, la télédétection enrichie de satellites de plus en plus performants (SPOT, LANDSAT...) permet la connaissance précise de l'évolution de ces objets/éléments ; (2) *L'étendue/surface*, c'est-à-dire l'aire d'étude délimitée (attributs spatiaux) ; (3) *Le caractère spatialement explicite du modèle* : il faut comprendre ici la capacité du modèle à retranscrire l'objet étudié à partir de deux ou trois dimensions spatiales : latitude, longitude et altitude. De même que l'échelle spatiale, la complexité doit aussi être appréhendée dans sa dimension temporelle car les

phénomènes, qu'ils soient spatiaux ou purement sociaux, possèdent aussi une temporalité qui appelle à être précisée constamment par le scientifique (Lambin et Strahler, 1994 ; Lambin, 1996).

1.2.2. La dimension temporelle de la complexité

Les premiers mots qui viennent à l'esprit quand on évoque le « temps » et/ou la « temporalité », sont le *Passé*, le *Présent* et le *Futur*. Au-delà d'un débat idéologique, épistémologique et passionnant qui tourne autour de cette notion chez les historiens, les philosophes, les physiciens et les géographes, quelle définition apporter au temps ? À cette question, le scientifique d'aujourd'hui, a largement dépassé la réponse de Saint-Augustin (354-430 après Jésus-Christ) qui, dans le livre XI de ses confessions, répond à la question « qu'est-ce que le temps ? » de la manière suivante : *Si personne ne me le demande, je le sais, mais si on me le demande et que je veuille l'expliquer, je ne le sais plus*. Pour la nouvelle génération de penseurs, penser *a priori* le temps, c'est voir en celui-ci *un être, une réalité en soi indépendante des objets qui sont en lui, et non un caractère de ces objets, puisqu'il peut agir sur eux, qu'il peut les détruire, les outrager et les flétrir, leur porter atteinte, leur apporter des changements ou, au contraire, les épargner* (Kaplan, 2004).

Mais, déjà en 1943, dans sa démarche de comprendre et de saisir « temps » et « temporalité », le philosophe Jean-Paul Sartre proposait la réflexion suivante : « Le passé n'est plus, l'avenir n'est pas encore, quant au présent instantané, [...] il n'est pas du tout. [...]. Ainsi, toute la série s'anéantit et doublement, puisque le « maintenant » futur, par exemple, est un néant en tant que futur et se réalisera en néant lorsqu'il passera à l'état de « maintenant » présent. La seule méthode possible pour étudier la temporalité c'est de l'aborder comme une totalité qui domine ses structures secondaires et qui leur confère leur signification » (Jean Paul Sartre, cité par Volvey *et al* 2005 p. 30). C'est la dernière affirmation de Sartre qui attire notre attention car elle montre que le temps doit être considéré de la façon la plus entière qui soit. Son importance aujourd'hui pour la géographie se mesure au même titre que l'espace dans les processus de modélisation et de simulation où les notions de *laps de temps*, *pas de temps* et de *durée* confèrent à un modèle son caractère dynamique et amènent à simuler un phénomène afin d'obtenir des résultats dans un *temps court* (heures, jours, mois, années) ou dans un *temps long* (décennies, siècles, millénaire) et même dans un *temps moyen* (qui se situerait entre le court et le long). Puisque, de même que l'échelle, la temporalité est au cœur de la modélisation/simulation qu'elle soit prospective ou prédictive. Par conséquent, la temporalité conduit à introduire dans les processus de compréhension du fonctionnement d'un système complexe, le concept de *diachronie* et de *dynamique* (Voiron-Canicio, 1993).

Dans sa volonté de préciser l'évolution des systèmes à travers la modélisation et la simulation, le géographe envisage **le temps** dans son *commencement*, dans sa *durée*, dans son *développement* et dans son *achèvement* car, ayant compris que, l'espace possédant ses

dimensions, de même le temps avait une *épaisseur* qui attire depuis longtemps et encore aujourd'hui, la curiosité de scientifiques de tous bords (Hägerstrand, 1976 ; Thrift, 1977 ; Thrift et Glennie, 2001 ; Gren, 2009 ; Kurtz, 2009 etc.). Mais, il est important de souligner qu'en plus des historiens, des philosophes et des géographes la notion de temps se révèle également très importante pour d'autres scientifiques provenant de disciplines variées comme l'indiquent des travaux portant sur la théorie du Chaos du mathématicien/géologue Paul Garnett Williams (1997) ou encore de l'urbaniste/aménageur Michael Batty (2005) qui cherchent à comprendre la complexité des systèmes urbains à partir des automates cellulaires, des systèmes multiagents ou encore des fractales. Tous deux évoquent largement la notion de temps et de temporalité dans les phases de simulation et de modélisation, en montrant comment à travers le temps les objets situés dans l'espace pouvaient selon leur comportement évolutif, changer plus ou moins radicalement, se transformer, subir une mutation surprenante, inattendue et même chaotique. Ainsi, pour Williams par exemple, changement et temps sont des notions qui fondent la théorie du chaos, comme l'illustrent ses propos : « The chaos that is study is a particular class of *how something changes over time*. In fact, *change and time* are the two fundamental subjects that together make up the foundation of chaos » (Williams, 1997, p. 3). Et, pour saisir aisément la pertinence de la variable temps/temporalité dans le comportement en évolution des objets/phénomènes étudiés, Williams (1997) dans la figure 1.2 donne deux exemples : le premier est relatif au poids en évolution d'un nourrisson et le second aux changements du prix du blé. Ce graphique simple mais explicite, indique comment un phénomène peut changer dans le temps (cf. figure 1.2). Si le poids du nourrisson suit une croissance assez régulière donc constante, les prix du blé, en revanche, connaissent eux une situation catastrophique avec des périodes d'inflation et de déflation alternées et brusques donc hautement imprévisibles. Dans une même démarche visant à appréhender le temps, nous pouvons également citer l'exemple de l'évolution de la ville de Buffalo aux USA. Dans ce cas précis, Michael Batty procède à une simulation (cf. figure 1.3 et figure 1.4) de l'évolution chronologique de la croissance urbaine entre la période allant de 1820 à 1920. Cette période est suivie du phénomène de suburbanisation, c'est la période allant de 1920 jusqu'en 1990 (cf. figure 1.3 et 1.4 (b) et 1.4 (c)) et (cf. figure 1.4 (e) et 1.4 (f)). Comme nous pouvons le noter, la croissance urbaine de 1820 à 1860 correspond au développement de l'agriculture intensive (cf. figure (1.4 (b)). Entre 1860 et 1890 une nouvelle activité émerge. C'est l'industrie (cf. figure 1.4 (c)). La présence d'un port et certainement le statut de Buffalo de ville frontalière avec le Canada ont manifestement favorisé l'émergence d'une activité industrielle et portuaire. Dans l'exemple de Buffalo, le secteur industriel semble être la base du développement économique de la région. Mais, une période de désindustrialisation survint au début des années 1960 ce qui explique le déclin du phénomène urbain et le renforcement du phénomène de suburbanisation (cf. figure 1.4 (f)). À partir de cet exemple, nous pouvons faire remarquer la volonté de l'auteur à démontrer l'importance de la variable temporelle dans les étapes de simulation, ce qu'il appelle *the space-time series* (Batty, 2005 ; p. 443). Il en ressort que l'évolution chronologique simulée de la région de Buffalo offre une image des

différentes trajectoires empruntées par ce territoire pour marquer sa spécificité et se forger le statut de *Metropolitan Buffalo* que nous lui connaissons aujourd'hui (Goldman, 1983 ; Batty and Howes, 1996 ; Batty and Howes, 2001 ; Batty, 2005).

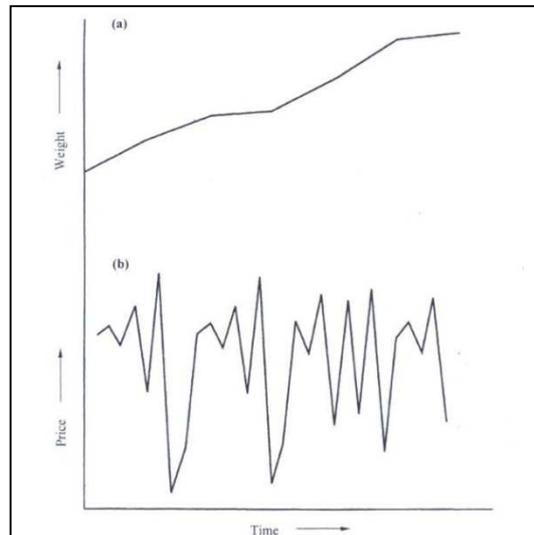


Figure 1.2. : Hypothetical time series : (a) change of baby's weight
(b) change in price of wheat over time

Source : Williams, 1997, p. 4

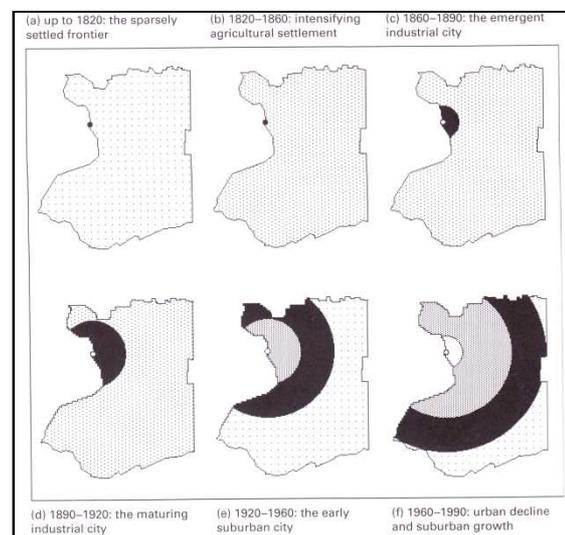
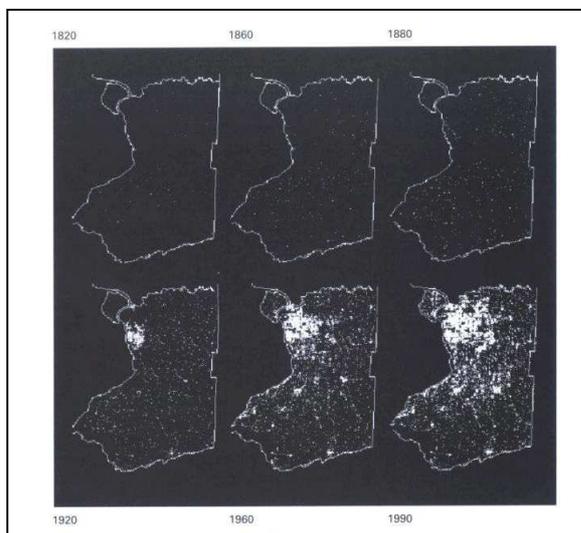


Figure 1.3. : The growth of buffalo from 1750 to 1990 Figure 1.4. : The abstracted patterns of urban growth

Source : Batty, 2005 ; p. 442

Cependant, il faut souligner que s'il est aisé de représenter l'espace à travers la cartographie thématique, et aujourd'hui, à partir de techniques plus sophistiquées comme les Systèmes d'Information géographique (SIG), en revanche, il a été pendant longtemps

beaucoup plus difficile de représenter le temps de façon explicite dans son « écoulement ». Nous entendons par là dans son *commencement*, dans sa *durée*, dans son *développement* et dans son *achèvement*, pour les trois raisons suivantes : . (1) *parce que les « recherches sont restées, pendant longtemps, prioritairement orientées sur les dimensions thématiques et spatiales avec un temps implicite* (2) *parce que le temps associé à l'espace, depuis seulement le XXème siècle, sont considérés dès lors comme deux réalités indissociables* (3) *parce qu'il n'a pas toujours été aisé pour les scientifiques du XXème siècle, excepté pour les données climatologiques ou encore démographiques, d'acquérir des informations intégrant la dimension temporelle* (Cauvin et al, 2008. L'avènement et le développement des modèles dynamiques et des Systèmes d'Information Géographique dans les dernières décennies ont toutefois permis d'intégrer des données temporelles dans l'étude des phénomènes/objets qui se situent dans l'espace et dans le temps.

En plus des dimensions scalaire et temporelle qui permettent d'identifier le degré de complexité d'un système en géographie ou encore, dans d'autres disciplines où elle est beaucoup plus relative à la modélisation et à la simulation, il y a la dimension humaine de la complexité et/ou facteur anthropique qui, à travers la prise de décision (mise en place d'une nouvelle infrastructure de transport, choix de la localisation des activités économiques...) ou à travers le comportement des acteurs au sein d'un système donné (comportement de mobilité, choix d'un mode de transport...), doit être considérée comme un élément pouvant renforcer cette complexité voire même dans certains cas la faire exister. Parce que l'individu en tant qu'acteur est au centre des processus qui motivent les changements, comme l'ont déjà démontré les travaux de l'illustre géographe suédois Torsten Hägerstrand, (1976) sur la *Time geography*. La Time Géographie est cette « approche », ce « courant », cette « théorie », cet ensemble de « modèles » que des scientifiques, à l'instar de Hägerstrand considèrent comme étant une « ontologie » et définissent comme signifiant explicitement la mise en évidence de l'articulation existante entre l'individu, l'espace et le temps dans les processus de modélisation des systèmes complexes, en l'occurrence des dimensions spatiales des sociétés humaines. D'ailleurs Nigel Thrift (1983) précise que la Time Géographie s'inquiète de la coordination spatio-temporelle des comportements humains : *It examines the coordination of individuals' possibilities of action in time and space with existing object and organisation of time*).

Ainsi, c'est à l'examen de l'importance de la dimension anthropique dans les processus de formalisation de l'évolution des systèmes spatiaux que nous proposons dans la section suivante de voir comment l'action humaine se place au centre de la complexité.

1.2.3. La dimension anthropique de la complexité : le jeu des acteurs au cœur de la complexité du système

La gouvernance territoriale est d'autant plus complexe qu'elle se déploie généralement à différentes échelles spatiales. Cette complexité liée à la prise de décision humaine et les nombreuses incertitudes qu'elle entraîne a favorisé le développement et l'utilisation de méthodes comme les *Fuzzy Sets (Ensembles Flous)*, la théorie des évidences, etc. (Hagen, 2003 ; Hubert-Moy *et al.*, 2002 .). Les Systèmes d'Informations Géographiques et de nombreux modèles dynamiques et spatialement explicites se positionnent aujourd'hui comme des outils incontournables pour l'aide à la décision car l'homme est bien cet *acteur géographique qui, par ses actions, transforme son environnement naturel et social, tout en n'étant plus déterminé totalement par lui*. Il devient ainsi l'élément central dans les processus d'organisation des systèmes. Etant donné que *L'action humaine* est un facteur qui vient déterminer et façonner le devenir des territoires, les acteurs sont à la fois en amont de l'organisation du système parce qu'ils initient des projets de territoire et se situent dans le même temps en aval de ces projets car ils proposent des mesures d'accompagnement pour que ces projets deviennent des enjeux de développement territorial. Les acteurs sont ainsi au centre des facteurs qui peuvent influencer l'évolution des territoires. Il n'en demeure pas moins que la prise en compte du « raisonnement humain » reste difficile dans les processus de modélisation/simulation.

1.2.4. De la complexité à la simplicité : proposition d'une brève introduction de la pensée simplexe

Le maître mot du début du XXI^{ème} siècle est celui de la complexité. L'économie est complexe, la vie dans les mégapoles est complexe, les mécanismes de la maladie d'Alzheimer sont complexes. Trouver le bon biocarburant pour remplacer le pétrole est complexe, gérer des familles séparées et permettre à la fois le développement harmonieux des enfants est complexe. Nous sommes écrasés par la complexité. (Berthoz, 2009).

En jetant les bases de la théorie de la simplicité, des chercheurs comme Morin (1990) Gribbin (2004), Bonabeau (2007), Berthoz (2009) et plus récemment Pina et Rego, (2010), ne renient pas la complexité. Bien au contraire, dans leur démarche, ils proposent une ouverture au paradigme de la complexité car la simplicité, d'une certaine manière, contient de la complexité. Mais quel sens revêt le concept de simplicité ? Simplicité, du terme anglo-saxon *simplicity*, est communément utilisé par les géologues depuis les années 1950. Ce concept est trop souvent faussement assimilé à de la « simplicité » qui renvoie à l'absence de toute forme de complexité. Aussi, pour Berthoz, la simplicité est autre que la simplicité. Dans son ouvrage « la simplicité », paru en 2009, il indique que la simplicité « *est d'abord une propriété du vivant* ». Considérant que le vivant est complexe dans son fonctionnement, dans

son essence et dans son comportement, alors, le vivant est complexe. La simplicité est donc fondamentalement liée à la complexité avec laquelle elle partage la racine commune « plex ». Etymologiquement parlant, la simplicité c'est « ce qui ne fait qu'un pli » alors que la complexité dérive d'un mot signifiant « plié avec, entrelacé »²⁹.

La simplicité est *cette complexité déchiffrable, car fondée sur une riche combinaison de règles simples* (Berthoz, 2009). En définissant ainsi la simplicité, Berthoz se rapproche de Nicolas de Cuses (1401-1464)³⁰. Mais dans une acception plus détaillée du concept de la simplicité, l'auteur propose la définition suivante : *La simplicité est un ensemble de solutions trouvées par des organismes vivants pour que, malgré la complexité des processus naturels, le cerveau puisse préparer l'acte et en anticiper les conséquences. Ces solutions ne sont ni des caricatures, ni des raccourcis, ni des résumés. Posant le problème autrement, elles permettent d'arriver à des actions plus élégantes, plus rapides, plus efficaces. Elles permettent aussi de maintenir ou de privilégier le sens, même au prix d'un détour.* (Berthoz, 2009). La simplicité est un nouveau concept. Il ne s'agit pas ici d'accepter ou de rejeter ce concept. Il s'agit tout simplement dans le cadre de la réflexion portant sur la complexité de porter à connaissance la gestation de nouvelles théories et/ou de nouveaux paradigmes.

Nous le savons, le réel est complexe. C'est pour cette raison que des lois existent, des idéologies naissent afin de se substituer à la réalité (Morin, 1990, 2005). Toutefois, le scientifique est invité à rester vigilant à toute forme de tentative de faire abstraction de la complexité, fondement même du réel. Les géographes qui travaillent sur l'organisation des systèmes, au sens organisation dynamique, ont saisi l'importance de prendre en compte la complexité du réel, or, comme nous le savons, il n'est pas d'organisation sans complexité. Ainsi, les géographes proposent d'appréhender la complexité à travers des démarches (systémiques par exemple) et des facteurs géographiques suffisamment calés au réel pour pouvoir traduire la complexité des systèmes étudiés.

Simplicité et complexité sont deux notions qui coexistent et qui s'articulent dans le cadre de l'évolution des systèmes et phénomènes complexes, d'où la notion de simplicité et d'où la question suivante : est-il possible de comprendre les systèmes complexes dans leur devenir et dans leur état actuel si au préalable leurs caractères les plus simples ne sont pas considérés ? Si l'on considère comme Gribbin (2004) que « complexity arises from simplicity », la réponse est non et suggère que, le rôle de la simplicité soit considéré pour permettre la compréhension des systèmes complexes.

²⁹ Le « plic » pour le pli et le « plex » pour l'entrelacé viennent tous les deux de la même racine indoeuropéenne « plek » Gell-Mann M., *Le Quark et le Jaguar*, op. cit., p 45.

³⁰ Nikolaus Cusanus, 1401-1464 avait déjà réfléchi au problème. Inspiré par le commentaire de Proclus sur le Parménide de Platon, il propose de résoudre le problème de la simplicité/complexité par ce qu'il appelle la *coincidentia oppositorum*, la « coincidence des forces ou des opposés », utilisant comme méthode deux pyramides quadratiques en rapport avec l'*arithmetica universalis* de Pythagore.

1.3. Le parti retenu : appréhender l'évolution du système transfrontalier par la modélisation spatiale

La complexité, comme nous avons pu le noter, dépend de plusieurs facteurs et devient ainsi difficilement saisissable. Elle nécessite donc de mobiliser des méthodes et moyens à l'image de la modélisation et de la simulation pour l'appréhender (White *et al.*, 1994 ; Williams, 1997). Nous pouvons ainsi distinguer un certain nombre de facteurs clés à considérer dans le cadre de la modélisation et simulation des systèmes complexes. C'est Verburg en 2002 qui évoque ces différents facteurs que certains chercheurs désignent sous les termes de *paramètres et/ou sous-systèmes*. Après les avoir adaptés à la thématique de notre recherche, nous avons choisi de les nommer : *facteurs géographiques*, « paramètres » pouvant être compris dans d'autres disciplines comme les mathématiques, comme uniquement liés à la mesure ou à tout objet et/ou phénomène quantifiable.

Aussi, c'est en nous appuyant sur de récents travaux de géographes (Le Moigne, 1999 ; Agarwal *et al.*, 2000 ; Verburg, 2004a, 2006 ; Corgne *et al.*, 2006), et aussi sur des recherches non spécifiquement géographiques mais qui évoquent certains de ces facteurs géographiques dans le cadre de l'étude de la complexité comme ceux de Bak, P et Paczusi en 1993, avec leur « populaire » interrogation : *Why Nature Is Complex*, pour apporter des éléments de réponse au « pourquoi de la complexité », que nous proposons *les facteurs géographiques* récurrents à considérer au préalable d'une démarche de modélisation et/ou simulation des systèmes complexes. Ces facteurs géographiques sont les clefs ouvrant l'accès à la compréhension du fonctionnement des objets/phénomènes complexes et de leur évolution possible dans l'espace et dans le temps.

1.3.1. Interactions prépondérantes des échelles spatio-temporelles et des différents sous-systèmes

En prenant l'exemple des infrastructures de transport qui desservent un système territorial donné, Patrick Bonnel (2004) montre la nécessité qu'il y a de confronter les différentes échelles spatio-temporelles d'analyses tout comme les différents sous-systèmes³¹ (cf. figure 1.5 et tableau : 4).

³¹ Dans l'exemple tiré de l'ouvrage de Patrick Bonnel (2004) le système urbain est décomposé en trois sous-systèmes. L'auteur distingue ainsi le sous-système de transport c'est-à-dire « l'ensemble des infrastructures de transport quel qu'en soit le mode sur le territoire considéré (...) », ensuite le sous-système de localisation qui fait référence aux différentes activités et qui « correspond à l'inscription dans l'espace des équipements où sont réalisées les activités urbaines (...) » et enfin le sous-système de relations sociales qui « correspond à l'ensemble des relations et activités des acteurs du système urbain. Son inscription dans l'espace traduit le fonctionnement socio-spatial de la ville. Pour les individus, il transparaît au niveau des pratiques urbaines, c'est-à-dire des comportements d'activités et de mobilité (...) » Bonnel 2004 p. 27.

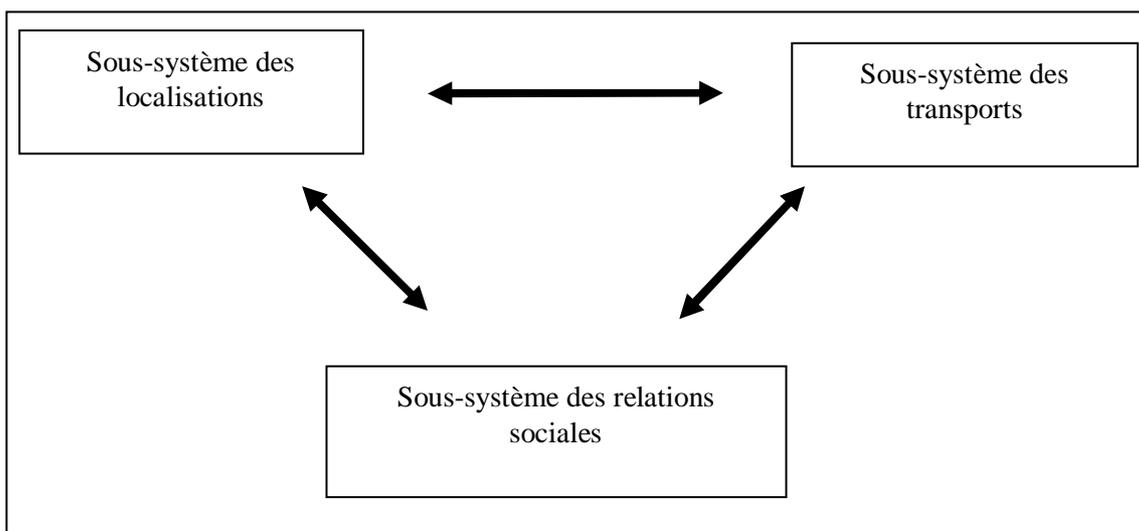


Figure 1.5 : « Interactions prépondérantes entre les trois sous-systèmes »

Source : Bonnel, 2004, p. 28

Tableau 4 : « Echelle spatio-temporelle et modélisation »

	Court terme < à 5 ans	Moyen terme 5 à 15 ans	Long terme > à 15 ans
Quartier	-A- Interaction négligeable	-B-	
Zone	-A-B-	-B- Prise en compte partielle des interactions entre les sous-systèmes urbains	-B-C-
Agglomération	-B-	-B-C-	Les interactions sont prépondérantes pour l'avenir lointain

Source : Bonnel, 2004, p. 28

1.3.2. Facteurs de changements, interactions spatiales et effets de voisinage

Localisation d'une nouvelle gare TGV, d'une nouvelle station de tramway, d'un arrêt de bus, rénovation urbaine, problématique des jeux d'acteurs, changement climatique, conjoncture politique et économique, événement sportif de grande ampleur, etc., le nombre des facteurs de changement à prendre en compte est souvent considérable pour évaluer un phénomène socio-spatial évolutif. D'où l'impossibilité pour le scientifique de les intégrer tous dans un même processus de modélisation. C'est pour cette raison que le choix des facteurs déterminants doit au préalable faire l'objet d'une recherche approfondie souvent à partir d'une approche systémique permettant d'isoler les facteurs les plus pertinents. Au niveau du modèle, le choix *des facteurs de changements* est primordial car, de la complexité du modèle dépend le choix des facteurs. Trois approches pour appréhender les facteurs de changement sont proposées (Verburg, 2004a ; Corgne, 2004 ; Houet, 2006) : (1) Les relations établies

entre les changements que subit le phénomène étudié et les facteurs de changements qui sont impliqués ; (2) L'utilisation de méthodes empiriques quantifiant les relations entre les facteurs de changements et le phénomène en question via des techniques statistiques ; (3) Les recours aux « dires d'experts » ou « connaissances d'experts », les experts pouvant être des acteurs ou autres gestionnaires des territoires.

L'utilisation de différents types de connectivités entre les unités spatiales distinctes sont un moyen de détermination des *interactions spatiales et des effets de voisinage* (Tobler, 1978). A partir de là deux niveaux types de connectivités peuvent être distingués: (1) Une connectivité/connexité de réseaux qui participent à la structuration et à l'organisation de l'espace (lignes à grande vitesse/TGV, aéroports/hubs, ports, autoroutes/routes, télécommunication (...)), (2) Une connectivité liée aux différentes règles et lois en vigueur sur un territoire (PLU, DTA, SCOT, loi montagne, loi littorale...) comme l'indique d'ailleurs le diagnostic spatial évoqué dans la première partie de cette étude.

Les différents facteurs géographiques énumérés précédemment sont à replacer dans le cadre de la compréhension de l'évolution des systèmes complexes et doivent permettre ainsi, de mieux orienter les objectifs dans tous processus de modélisation/simulation.

1.3.3. Dynamiques temporelles et définition des trajectoires de changement

Les processus à l'origine de l'évolution des phénomènes étudiés se produisent à partir de conditions endogènes et/ou exogènes ainsi que d'événements aléatoires rendant difficile leur appréhension. Cependant, trois échelles permettent de comprendre leur évolution temporelle et par là même leur dynamisme (Bonnel, 2004). Il s'agit (1) du ***long terme***, supérieur à 15 ans (2) du ***moyen terme***, situé entre 5 et 15 ans (cf. tableau 4). Les modèles de simulation faisant référence au moyen et long termes sont généralement orientés vers des simulations prospectives et dans des domaines spécifiques comme les impacts d'une infrastructure de transport à grande vitesse ou d'un aéroport sur le développement d'un territoire et enfin (3) le ***court terme*** qui se définit en jours, en semaines, en mois et rarement supérieur à cinq ans (cf. tableau 4). Le court terme est généralement utilisé pour effectuer une modélisation prédictive, notamment dans des domaines spécifiques comme l'Hydrologie, la Climatologie, la Médecine, etc.

1.3.4. Niveaux d'intégration et de validation des modèles : modélisation et simulation spatiale

C'est certainement l'une des phases les plus critiques et les plus angoissantes. Ici, le chercheur s'aperçoit finalement que tous les facteurs géographiques dans la plupart des cas sont difficiles, voire impossibles à considérer par son modèle (quelle que soit sa nature). Toutefois, deux niveaux d'intégration et de validation du modèle lui sont proposés afin de mieux rendre compte de la réalité observée du phénomène étudié ainsi que du futur probable simulé par le modèle lui-même. Les deux niveaux d'intégration à prendre en compte sont les

suyvants: (1) *L'analyse séparée des différents sous-systèmes avec des interactions supposées négligeables*. Cette option semble privilégier une vision simplificatrice du modèle ; (2) *Les interactions entre les sous-systèmes sont privilégiées et analysées de façon conjointe*. Cette deuxième option, contrairement à la première, vise à complexifier le modèle. Ainsi, « un compromis approprié entre ces deux niveaux d'intégration doit être trouvé : une trop grande complexité d'un modèle le rend difficilement opérationnel et reproductible ; à l'inverse une simplification à outrance le rend peu fiable, voire inutile » (Corgne 2004, p. 48).

Par ailleurs, le chercheur dispose de deux niveaux de validation : (1) Le premier niveau renseigne sur les taux de fractions correctes et erronées estimés par le modèle pendant l'étape de la simulation (Hagen-Zanker, 2005), (2) Le deuxième niveau de validation renseigne sur l'aspect qualitatif de la recherche. Les résultats de la simulation sont souvent validés par comparaison à un phénomène déjà existant et similaire ou par recours aux avis d'experts ou encore en comparaison à d'autres simulations du même ordre.

À l'issue de cette analyse, on peut dire que les systèmes sont complexes parce que l'on n'a pas de prise sur eux. Ils ont une certaine autonomie qui implique l'existence d'une inertie spatiale (l'influence du passé sur le présent). La question est, jusqu'à quel point y a-t-il inertie ? Jusqu'à quel point cette inertie peut déterminer (en partie ou totalement) le devenir des systèmes complexes comme les systèmes transfrontaliers ?

Conclusion du chapitre 1 partie 2

Les systèmes sont par essence complexes en raison des multiples « actions », « interactions » et/ou boucles de « rétroaction » positives et/ou négatives qui les caractérisent, et qui par conséquent orientent leurs trajectoires évolutives, font *émerger* des structures nouvelles encore plus complexes font apparaître des *bifurcations* en définissant des phases de *transition* épousent des formes nouvelles qui, initialement n'était pas prévisibles comme l'illustrent les études basées sur les *fractales*. C'est donc dans un tourbillon de processus et de structures émergentes qu'il faut orienter les dires de Vicsek et Szalay en 1987 qui affirment que : *Nature can produce complex structures even in simple situations, and can obey simple laws even in complex situations*. L'émergence de nouveaux et surprenants éléments, états et/ou nouvelles formes de structures, qui sont les produits des différents processus d'évolution, fonde le caractère complexe des systèmes et justifie la popularité des modèles dynamiques, à l'image des modèles basés sur les automates cellulaires. Ces types de modèles visent à décrire, expliquer la réalité présente et à prévoir dans la mesure de leurs performances, le futur possible et probable des systèmes complexes.

Cependant, gardons à l'esprit que le modèle n'est *qu'une représentation simplifiée de la réalité, destiné à mieux la comprendre ou à agir sur elle*, et qui consiste tout d'abord à privilégier certaines entrées, certaines sorties et certaines relations causales que l'on peut représenter à travers le cadre conceptuel (Guitton, 1964).

Chapitre 2. La modélisation des systèmes complexes : intérêts des automates cellulaires

2.1. Modèles dynamiques et simulations des systèmes complexes

C'est parce qu'il est difficile, voire impossible, de faire état de tous les modèles dynamiques existants et traitant de l'évolution des phénomènes que des classifications sont proposées. On observe en effet des modèles basés sur une approche dite « dure » ou « approximative », (Corgne, 2004), d'autres s'appuyant sur des domaines d'application ou encore sur la temporalité (Lambin, 2000). Certaines classifications distinguent des modèles à base unique et des modèles à bases organisationnelles multiples (Cauvin *et al.*, 2008). Ces distinctions et/ou classifications visent à offrir une meilleure connaissance des modèles existants. Toutefois, il faut admettre qu'il n'est pas très aisé de se retrouver dans ces classifications d'autant plus que les modèles proposés ces dernières années sont des modèles hybrides difficiles à classer et qui bénéficient d'une grande avancée technologique ainsi que d'informations de plus en plus précises (Gaucherel *et al.*, 2006). Les types de modèles présentés dans les paragraphes suivants sont parmi les plus utilisés aujourd'hui en géographie.

2.1.1. Les réseaux neuronaux

Les réseaux neuronaux ou *Artificial Neural Networks* sont utilisés pour la représentation dynamique de phénomènes spatiaux issus de travaux biologiques. Les modèles issus du paradigme des réseaux de neurones sont classés comme étant des modèles d'évolution. Principalement axés sur les interconnexions entre les nœuds/neurones, les réseaux de neurones sont également utilisés pour déterminer la morphologie des objets/phénomènes étudiés. Ils ont largement inspiré la géographie mais aussi d'autres disciplines. En géographie des transports (L'Hostis, 1997 ; Chapelon, 1997, 2006 ; Dupuy, 1975, Bavoux *et al.*, 2005 etc.) ils permettent notamment, quand ils sont combinés avec la théorie des graphes, de détecter les formes de réseaux qui structurent les territoires. En télédétection, ils sont utilisés à des fins de localisation des changements détectés sur les territoires et de classification des types d'occupation et d'utilisation des sols (Foody *et al.*, 1999, 2002). On retrouve également leur application dans le domaine des infrastructures critiques telles que les réseaux électriques ou de gaz, ou encore dans le cas des liens du réseau internet.

2.2.2. Les modèles mathématiques et statistiques

Dans le cas précis d'un modèle mathématique, la simulation repose sur une ou plusieurs équations qui calculent le niveau de précision des changements observés (Lambin, 1994 ; Sklar *et al.*, 1991). Les modèles mathématiques sont généralement combinés avec d'autres techniques modélisatrices. C'est le cas des modèles « classiques » à quatre étapes couramment utilisés par les bureaux d'étude et qui sont largement appliqués dans le cadre de la prévision de trafic sur de nouvelles infrastructures, de la mobilité et du choix modal

(Bonnel, 2004). Des approches comme les analyses multivariées, les régressions multiples, etc., sont la base des modèles statistiques. Certains de ces modèles sont également désignés sous le nom de modèles stochastiques (Monte-Carlo Simulation) dans la mesure où ils font appel à des tirages aléatoires pour saisir l'évolution des phénomènes étudiés.

2.1.3. Notre choix, les modèles basés sur les Automates Cellulaires

Les automates cellulaires sont des modèles de type « individus centrés », ces « individus » étant désignés sous le terme de « cellules » dont le fonctionnement/comportement repose sur des relations de voisinages (Tobler, 1979). La différence entre système multiagents (SMA) et automates cellulaires (AC) est simple. Les premiers sont plus pertinents pour analyser et simuler le comportement d'un individu ou d'un groupe dans un territoire donné et à un temps donné, alors que les seconds sont plus pertinents pour simuler et expliciter la manière dont les systèmes spatiaux s'organisent peu à peu et se structurent dans le temps. Par ailleurs, la faiblesse des modèles basés sur automates cellulaires réside dans la difficile prise en compte des interactions sociales (individus et groupes) et/ou politiques d'un système (Tobler, 1979 ; Alcamo, 1994) tandis que la faiblesse des SMA se situe au niveau de leur capacité à considérer les interactions spatiales (relations de voisinages entre différents objets situés dans l'espace géographique). Les SMA sont *constitués d'un ensemble d'agents autonomes et indépendants en interaction, qui coordonnent leurs actions dans un environnement et forment une organisation artificielle* (Bonney, 2001). Les SMA sont essentiellement tournés vers l'analyse de comportements individuels, ou d'un groupe au sein d'un système complexe donné. Ils permettent, tout comme les automates cellulaires d'ailleurs, de simuler des processus de diffusion d'un phénomène au sein du système lui-même et de mettre en évidence un fait émergent. Dans tous les cas, c'est la problématique et l'entrée choisies par le chercheur qui doit déterminer le type de modèle utilisé. Pour exemple, AC vs SMA ou SMA vs AC ? C'est un choix méthodologique qui s'impose car si l'approche préconisée est une entrée SMA vs AC, cela veut dire que l'on considère au préalable que c'est le comportement des agents dans l'espace qui détermine l'organisation et le fonctionnement de l'aire d'étude. En revanche, si l'on considère une approche AC vs SMA cela sous-entend que c'est la structure de l'espace étudié qui détermine et explique le comportement complexe des agents dans l'espace.

Tous les modèles ont des limites, ce qui a favorisé l'émergence des modèles dits hybrides. Les modèles hybrides consistent à effectuer un couplage de modèles (mathématiques, statistiques, les réseaux neuronaux, les systèmes multi-agents et/ou automates cellulaires) dans l'objectif de faire ressortir la structure des systèmes complexes étudiés grâce à « une intelligente combinaison » de propriétés et paramètres provenant d'autres modèles (Li et Reynolds, 1997).

Aussi, le géographe est tenu de garder en mémoire que le modèle, même s'il a évolué depuis J.H. Von Thünen, doit rester cet outil de la prévision, de la prospective et de l'anticipation des phénomènes évolutifs, certes devenu incontournable, mais qui ne peut se

substituer à d'autres préalables comme par exemple le diagnostic spatial transfrontalier sans lesquels *l'outil modèle n'est qu'un leurre ne pouvant conduire qu'à de piètres résultats* car, il n'y a pas de modèle sans objectifs.

2.2 Philosophie et structure des modèles basés sur les automates cellulaires

En 1987, Couclelis perçoit l'importance des automates cellulaires pour la science en général et pour la géographie en particulier, et ceci dans le cadre de la prédiction des systèmes complexes. En ces termes : *For the geographer, cellular automata have the added attraction of being intrinsically spatial models of complex process. Because of their extreme simplicity (naivety, one might say), these are not the kind of constructs that can be used to replicate directly the evolution of real –world process* (Couclelis, 1987), l'auteur invite sans ambiguïté tout géographe en situation de démarche prospective, comme c'est le cas dans cette recherche, à saisir le message suivant : les automates cellulaires sont des outils capables d'appréhender la complexité des systèmes à laquelle le géographe est habituellement confronté.

2.2.1. Historique des automates cellulaires : caractéristiques élémentaires et définitions

À la question « qu'est-ce qu'un automate cellulaire ? » nous pouvons commencer par apporter des réponses en nous aidant de sources faisant état de l'historique de ces outils. Les noms d'Allan Turing (1952), et en particulier celui de John Von Neumann (1966), du fait de ses illustres travaux sur les systèmes d'*autoreproduction*/d'*autoréplication*/*self reproducible* affleurent systématiquement lorsque l'on évoque la notion d'automates cellulaires. Tous deux apparaissent comme les pionniers de la notion d'automates cellulaires, pourtant il faut remonter *en 1940* pour découvrir que peu avant Von Neumann (ou parallèlement³²), un certain Stanislaw Ulam, mathématicien, tentait déjà de modéliser sur une grille unidimensionnelle de cellules, un phénomène de croissance. Ces deux précurseurs combinèrent leurs travaux dans les années 1950-1960 (Ulam, 1962) pour aboutir à *l'autoreproduction du vivant* à partir de règles d'évolution. Le système cellulaire était né.

Cependant, il faudra attendre la fin des années 1960 (entre 1967 et 1970) avec les travaux d'un mathématicien de Cambridge en Angleterre, nommé John Conway, pour assister à l'émergence d'un automate cellulaire à deux dimensions et deux états, présenté sous le nom du *Game of Life*, le « Jeu de la Vie » (Conway, 1970). C'est à partir des travaux de John Conway que les automates cellulaires vont se diffuser parmi la communauté scientifique. Dès lors, toute la philosophie et la structure de base des automates cellulaires vont reposer sur le concept du « Jeu de la Vie » de John Conway. « Le Jeu de la Vie » est gouverné par quelques règles simples qui peuvent se résumer de la manière suivante : il existe des cellules vivantes et des cellules mortes. Les cellules mortes peuvent revivre si et seulement si elles ont pour

³² Les récits historiques n'ont jamais vraiment été très clairs sur cette chronologie.

voisines trois cellules vivantes. De même, les cellules vivantes restent en vie si elles ont pour voisines deux ou trois cellules vivantes (cf. figure 2.1).

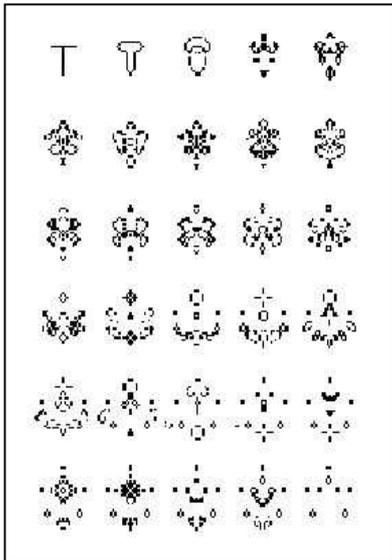


Figure 2.1 : “Game of Life”
Source : Barredo et al. 2003

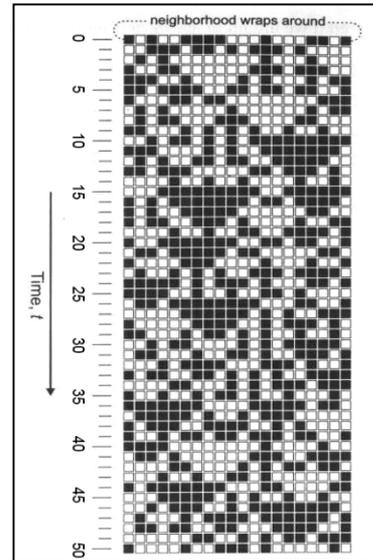


Figure 2.2 : Complexité des automates
Source : O’sullivan et Unwin, 2003

De cette règle simple peuvent émerger des comportements complexes comme l’indique Stephen Wolfram dans ses travaux, (Wolfram, 1984), où l’auteur démontre la capacité des automates cellulaires à expliciter l’état d’un phénomène dans son comportement le plus simple comme dans son comportement le plus complexe. Cette idée du comportement complexe doit être reproduite par un automate cellulaire gouverné par les règles du Jeu de la Vie de Conway comme l’illustrent les travaux de O’sullivan et Unwin (2003) indiqués par la figure 2.2. Dans ce cas d’automates cellulaires le plus simple, c’est-à-dire avec une seule dimension, les auteurs mettent en évidence l’évolution de l’état des cellules (ici de couleur noire ou blanche) dans le temps. Cette évolution dépend des relations de voisinage que chaque cellule entretient avec la/les cellules voisines de gauche et de droite « (...) Each cell’s evolution is affected by its own state and the state of its immediate neighbours to the left and right (...) the rules for this automaton is that cells with an odd number of black neighbours (counting themselves), will be black at the next time step; otherwise, they are white » (O’sullivan et Unwin, 2003). De ces comportements évolutifs des cellules fondés par les relations de voisinage, de nouvelles formes voient le jour (se traduisant ici par des triangles) : « (...) The automaton rapidly develops unexpectedly rich patterns, with alternating longish sequence and exclusively black or white cells, visible as triangles in this view, as they appear and then collapse » (O’sullivan et Unwin, 2003). Ainsi, le voisinage forme une « entité », un « seul corps » ou encore un seul « système » constitué de règles de transition invariantes dans l’espace et dans le temps, et dont dépendent la survie et l’évolution dans l’espace-temps de chaque cellule prise individuellement, et dans sa relation la plus complexe avec ses voisines.

La capacité des automates cellulaires à mettre en évidence à partir de règles simples la complexité des systèmes, est à mettre en relation avec la *non linéarité* des processus structurant un système qui s'exprime par l'équation différentielle suivante :

$$X_{t+1} = f(X_t)$$

Dans cette équation, (X) est une variable donnée qui est dépendante d'elle-même à l'instant précédent, (t+1) est la valeur temps à l'instant immédiatement après t. Cette équation définit un rapport non linéaire basique. Les équations non linéaires, entièrement déterministes et simples, produisent pourtant des comportements dynamiques à partir de points stables et de situations/régimes chaotiques (cf. figure 2.3) : *These equations, although fully deterministic, can produce a very dynamic behaviour, from stable points and limit cycles to chaotic regimes* (Wolfram, 1984). Aussi, grâce à la *non linéarité* dans son paramétrage et du fait que le temps y est discret, il n'est pas étonnant que les automates cellulaires se présentent comme des outils pertinents pour reproduire la réalité et simuler la dynamique spatio-temporelle d'un phénomène donné.

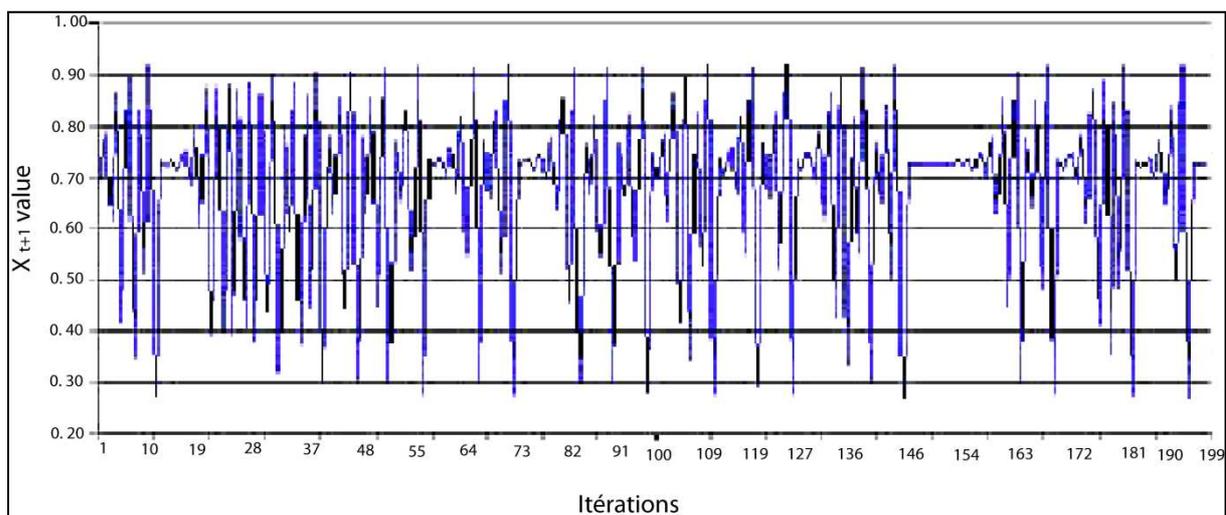


Figure 2.3 : A non linear phenomenon and complexity

Very simple non linear differential equations may produce very complex behaviours. In this case, the equation $X_{t+1} = aX_t(1 - X_t)$ produces a serie of values of X that might appears as indistinguishable from the simple function of a random process. The behaviour of this function can be defined as "chaotic" in many respects

Source : Barredo *et al.*, 2003

Par ailleurs, dans le cadre de la compréhension du fonctionnement des automates cellulaires au sein d'un espace cellulaire déterminé, autrement dit à l'intérieur de leur environnement relationnel, différentes configurations de voisinage peuvent être distinguées.

Les configurations de voisinage dépendent des relations de voisinage variables, des conditions initiales et de l'état du système. Six types de configurations locales de voisinage peuvent être énumérés (cf. figure 2.4). Ainsi, en examinant ces six configurations (cf. figure 2.4), on peut distinguer : le voisinage local de Von Neumann [cf. figure 2.4 (a), et figure 2.4 (c)] ; dans ce cas de figure se trouve le voisinage local nommé « Asymmetric » (cf. figure 2.4 (d)). Le voisinage local de Von Neumann est caractérisé par une structure incomplète illustrée par la couleur blanche à l'intérieur des formes géométriques. Le voisinage local nommé « "H" neighborhood » (cf. figure 2.4 (f)), présente des similitudes avec celui de Von Neumann - même s'il n'est pas de celui-ci - du fait de sa structure incomplète. En revanche, le voisinage local de Moore (cf. figure 2.4 (b)) présente une structure beaucoup plus complète.

La combinaison du voisinage local de Von Neumann et de celui de Moore donne naissance au troisième groupe nommé « Moore Von Neumann vs MvN » (cf. figure 2.4 (e)) ; ce dernier favorise plus largement les processus de diffusion d'un phénomène que lorsque chaque groupe est pris isolément, du fait qu'il offre la possibilité pour chaque cellule d'avoir des relations de voisinage beaucoup plus importantes. Chaque configuration (cf. figure 2.4) et/ou organisation locale de voisinage génère des comportements différents en produisant des formes différentes selon le nombre de cellules présentes et l'importance du nombre de voisinage et donc des interactions et interrelations existantes.

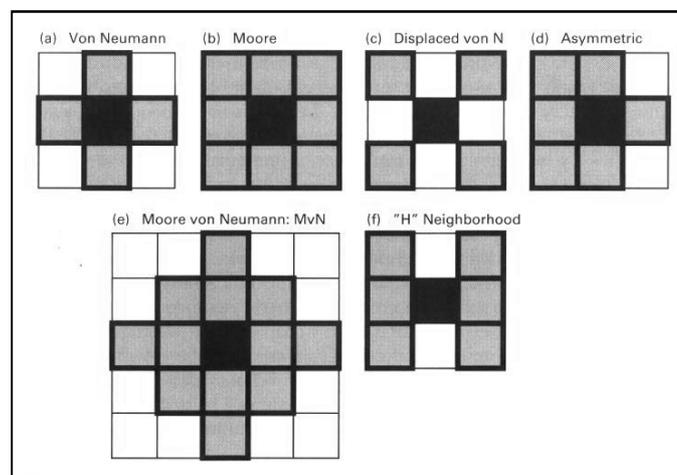


Figure 2.4 : Local neighborhoods

Source : Batty, 2005, p.77

À l'examen des règles d'évolution qui gouvernent les automates cellulaires et au regard de leurs comportements complexes au sein de l'environnement relationnel qui les caractérise, quelles définitions peut-on et doit-on donner aux automates cellulaires ? Pour Garnett P. Williams, les automates cellulaires sont : *A mathematical construction consisting of a system of entities, called cells, whose temporal evolution is governed by a set of rules and whose behaviour over time becomes, or at least may appear, highly complex.* (Williams, 1997). Avant Williams, André Dauphiné, parle des automates cellulaires comme d'*une autre catégorie de modèle de particules. (...) Ils produisent des formes spatiales complexes à partir*

de règles simples. (Dauphiné, 1987). D'une manière générale, les automates cellulaires sont définis (Couclelis, 1985 ; Phipps, 1989 ; Langlois, 1997) comme étant des outils informatiques et/ou des modèles de calcul qui se déploient dans un espace et un temps discret. Bien plus encore, les automates cellulaires sont considérés comme étant *des modèles à auto-organisation, à architecture distribuée et à implémentation en parallèle dans lesquels l'espace, le temps et généralement les états sont discrets* (Dauphiné, 1987 ; Ellerkamp, 2001). Cet espace peut être unidimensionnel, bidimensionnel et même tridimensionnel. Le temps est considéré comme discret car, les cellules peuvent changer d'état à chaque pas de temps ((t+1 en fonction de (t)). On peut alors évoquer la notion d'évolution et/ou d'émergence, et même de génération induite par la variable temporelle. Il faut noter que l'évolution d'une cellule est déterminée par son voisinage puisque chaque cellule évolue en fonction des relations qu'elle entretient avec d'autres cellules en nombre fini, comme l'indique ainsi Philippe Ellerkamp : *Le changement d'état d'une portion d'espace est défini en fonction d'une règle de transition, invariante dans l'espace et dans le temps, prenant en compte l'état de cette portion au pas de temps précédent ainsi que ceux de ses plus proches voisins* (Ellerkamp, 2001).

Objet de mode ayant envahi toutes les sciences, les automates cellulaires ont vu leur nombre se multiplier à partir des années 1980 d'où la nécessité de la part des scientifiques (Wolfram, 1984) de mettre en place des méthodes de classification se révélant « simples et pédagogiques ». Toutefois, il demeure encore aujourd'hui difficile de procéder à une quelconque classification de toutes les catégories d'automates cellulaires existantes sans susciter la controverse.

2.2.2. Les Automates Cellulaires « inclassifiables »

Dans cette section, il est question de mettre en évidence le problème que pose la question de la classification des automates cellulaires pour le monde scientifique. Même s'il est indispensable de faire état de ce problème, ne faudrait-il pas le dépasser et s'interroger sur la pertinence à classer de manière « simple et pédagogique » les automates cellulaires quand ces derniers sont, dans leur entièreté « complexes », parce qu'appelés à décrire, apporter des réponses et prédire l'évolution des dynamiques spatiales et/ou de situations qui souvent sont fondamentalement complexes ?

Parce qu'ils sont divers et variés, des classifications portant sur les automates cellulaires selon l'échelle de complexité existent. La plus célèbre est celle de Stephen Wolfram qui, en 1984, propose de considérer quatre grandes « classes de complexité » des automates cellulaires au terme de phases transitoires (cf. figure : 2.5 et 2.6). Wolfram distingue alors les automates cellulaires de classe 1 (cf. figure 2.5 en haut à gauche) qui, après un cycle dans l'espace-temps arrivent à un état uniforme. Ce sont des automates cellulaires *uniformes*. Ceux de classes 2 (cf. figure 2.5 en haut à droite) à la suite de ce même cycle,

catalysent périodiquement et à répétition différents états. Ce sont des automates cellulaires dits *périodiques*. Les automates cellulaires de classes 3 (cf. figure 2.5 en bas à gauche) observant le même cycle produisent quant à eux des comportements chaotiques. Ce sont des automates cellulaires *chaotiques*. Au terme de la phase transitoire, les automates cellulaires appartenant à la classe 4 (cf. figure 2.5 en bas à droite) engendrent des états complexes car chaque cellule est animée d'une existence propre/singulière. Toutefois, les automates de ces classes distinctes sont trompeurs car, *déterminer si un automate cellulaire appartient à l'une ou à l'autre de ces quatre classes est un problème indécidable pour la simple raison qu'il n'existe aucun algorithme qui, prenant en « entrée » un tel automate cellulaire donne en « sortie » son appartenance ou non à une ou à l'autre de ces classes* (Delorme et Mazoyer, 1999). La classification précédemment décrite peut sembler inextricable, aussi dans le but d'en simplifier la lecture, il conviendra de se référer au tableau 5. Dans la même optique que le tableau 5, les figures 2.5 et 2.6 visent à offrir un éclairage sur la structure des différentes classes de Wolfram formalisées graphiquement par Michael Batty en 2005 (Batty, 2005). Devant la diversité des interventions à propos de la problématique de la classification des automates cellulaires, comme c'est le cas avec les hypothèses proposées par Langton (1990) visant à améliorer la classification de Wolfram, nous ne nous étendrons pas sur le problème de la classification des automates cellulaires qui risque de nous entraîner vers des exposés fastidieux dépassant la dimension de cette recherche, aussi conviendrons-nous qu'il s'agit là d'un sujet pouvant à lui seul faire l'objet d'une thèse, dans la mesure où cette question reste encore toujours ouverte.

La figure de Waclaw Sierpinski (cf. figure 2.6) est l'exemple type d'un automate cellulaire de classe III à une dimension, c'est-à-dire simple et élémentaire de structure, et dont l'évolution dans l'espace-temps fait émerger des situations complexes et chaotiques difficiles, voire impossibles à prévoir du fait des comportements complexes des cellules (cf. figure 2.5b à droite de la page). Ainsi, les figures (2.5 et 2.6) viennent rappeler le paradoxe des automates cellulaires, autrement dit, le contraste et/ou l'écart existant entre l'extrême simplicité de leurs structures et la complexité inattendue de leurs comportements (Couclelis, 1985). Toutefois, même si du fait de leur nombre illimité les automates cellulaires demeurent encore aujourd'hui des outils « inclassifiables », ils peuvent reproduire en raison de leur complexité, le système-monde dans lequel nous vivons. Ce qui fait dire à Couclelis : *It is not a coincidence that the first widely popular cellular automaton was called the « game of life ».* *But if the world is like a game and cellular automata are a kind of game, then cellular automata (perhaps) like the world, in that simple well-understood interaction rules can determine the most complex, unpredictable, forms of evolution.* (Couclelis, 1997).

Tableau 5. Classification des automates cellulaires

Classe	Attracteur	Dynamique
Classe I	Points limites	Après un certain nombre de cycles, l'automate tend à atteindre un état unique partant de configurations initiales différentes
Classe II	Cycles limites	L'automate aboutit à une phase de répétition périodique des états
Classe III	Attracteur étrange et comportement chaotique	A partir de la majorité des états initiaux, ce type d'automate mène à des figures chaotiques. Pour des automates 1D on reconnaît clairement des figures fractales telles que le triangle de Sierpinski ³³ (cf. Figure 2.6)
Classe IV	Comportement plus complexe	Après un certain nombre de cycles, ce type d'automates se place dans un état « mort ». Néanmoins, un petit nombre de figures stables peuvent subsister dans <i>le jeu de la vie</i> .

Sources : Fatés, 2001

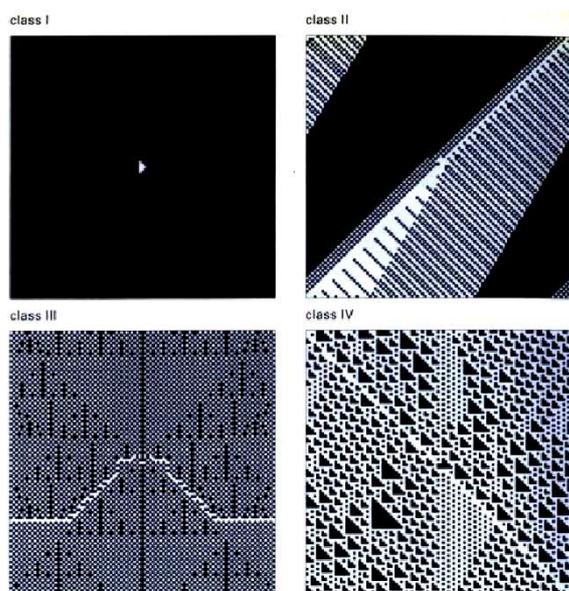


Figure 2.5 : Four types of dynamics for a two-state, one three-cell, one dimensional CA model

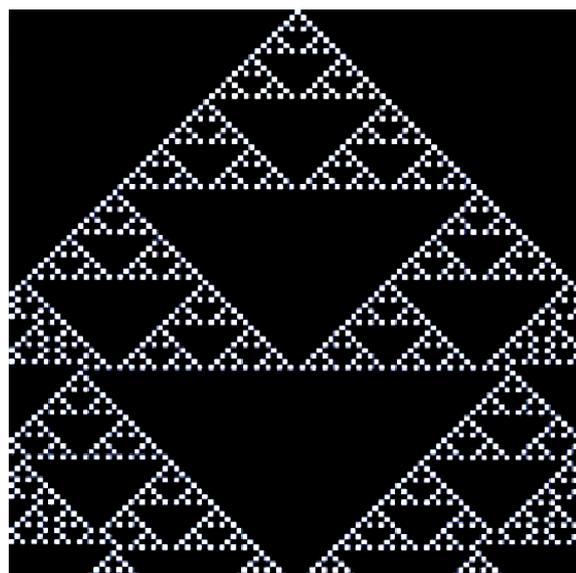


Figure 2.6 : Structural (Sierpinski) order in a dimensional cellular automaton

Sources : Batty, 2005

³³ Ce triangle n'est rien d'autre qu'une fractale du nom de Waclaw Sierpinski, appelé aussi Le joint de culasse de Sierpinski. (exemple : le triangle Sierpinski à sept itérations)

2.2.3. Automates cellulaires et modèles basés sur les automates cellulaires

Les automates cellulaires élémentaires à partir de règles simples produisent des formes complexes comme les formes fractales (cf. figures 2.5 et 2.6), et les modèles basés sur les automates cellulaires tout en s'inspirant de la philosophie des automates cellulaires sont caractérisés par une structure plus complexe leur permettant de simuler la dynamique des systèmes complexes. Au niveau des automates cellulaires élémentaires, les cellules sont autonomes, elles sont construites sur une grille bidimensionnelle qui représente l'environnement cellulaire, en d'autres termes l'espace des cellules. Dans cette catégorie d'automates cellulaires, le temps est incrémenté à chaque itération donnée et le voisinage de relation est constitué de 9 cellules (cf. tableau 6 à gauche). En revanche, les modèles basés sur des automates cellulaires (cf. tableau 6 à droite) sont caractérisés par un fonctionnement plus complexe car les automates cellulaires qui y sont développés ont subi une transformation profonde voire même drastique. Cette catégorie d'automates cellulaires constitue aujourd'hui la base de beaucoup de modèles dynamiques et spatialement explicites.

Par ailleurs, contrairement à un automate cellulaire élémentaire et/ou simple, en ce qui concerne les modèles basés sur les automates cellulaires, les cellules sont des pixels généralement définis dans un environnement de Système d'Information Géographique. Le temps y est indiqué en unité et chaque pas de temps représente une année. L'espace est géographique avec des échelles différentes (villes, quartiers, régions, pays ou continent). Le voisinage de relation ainsi que les règles de transition qui déterminent et fondent la dynamique du modèle sont conditionnés par des paramètres et des caractéristiques spécifiques à chaque modèle. Ainsi, les modèles basés sur les automates cellulaires sont fondamentalement différents des automates cellulaires élémentaires car ces derniers n'offrent pas la possibilité de simuler la dynamique des systèmes complexes. Les modèles basés sur les automates cellulaires à partir de leurs propriétés dynamiques sont adaptés aux problématiques évoquant la dynamique des systèmes spatiaux complexes en géographie.

Tableau 6 : Propriété des CA standards et des CA-based models

Cellular Automata ³⁴	Cellular Automata-based models ³⁵
<ul style="list-style-type: none"> • The space is gridded world • cells have finite states (live, dead) • Time is incremental (iteration) • Rules define state transitions • Neighbourhood template (9 cells) • Cells are autonomous • Classic example is Conway's LIFE 	<ul style="list-style-type: none"> • Cells are pixels (raster GIS) • States are land uses • Time is "unit", e.g. years • Rules determine urban growth and change • Different models have different sets and neighbourhood • Many models now developed: e.g. MOLAND, SLEUTH, Environment Explorer; Variable Grid;

Source : Barredo *et al* : 2003

2.3. Pourquoi avoir choisi les modèles basés sur les automates cellulaires ?

Dans cette section, sont exposés les arguments qui nous ont amenée à choisir les automates cellulaires dans le cadre de la simulation des futurs possibles de l'espace transfrontalier franco-italien au lendemain de la mise en service de la LGV PACA.

2.3.1. Simulation spatiale

Les modèles basés sur les automates cellulaires grâce à leurs propriétés (cf. tableau 6 à gauche) permettent de simuler l'évolution d'un phénomène passé, présent et futur. Ce sont ainsi des outils pertinents pour la réalisation d'images futures (prospective/prédiction). Pour illustrer nos propos nous allons citer deux cas de simulation spatiale. Dans le premier cas, nous exposons l'évolution de la population d'Avignon entre 1936 et 1999 (Ellerkamp, 2001). Cet exemple montre la capacité des modèles basés sur les automates cellulaires à reproduire la réalité. En effet, en observant de plus près les figures 2.7 et 2.8, on constate une forte similarité entre la réalité observée de 1936 à 1999 (cf. figure 2.8) et la réalité simulée du phénomène à différents pas de temps (de t_0 à t_n) (cf. figure 2.7).

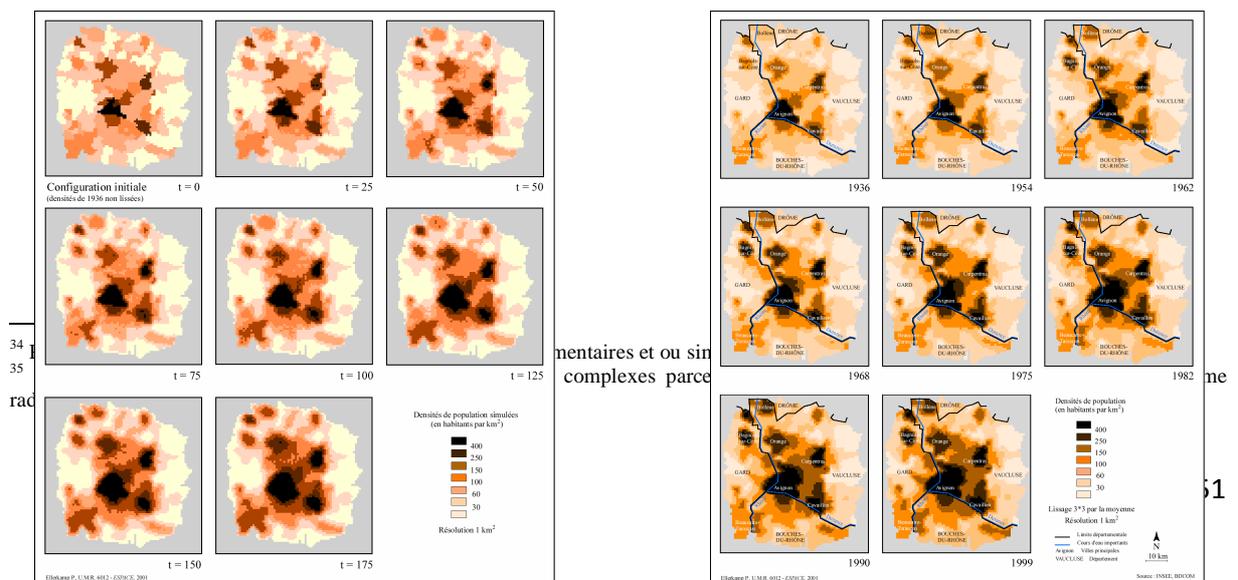


Figure 2.7 : Simulation de dynamiques spatiales de densification autour d'Avignon

Figure 2.8: Densités de population de la région d'Avignon : situation observée

Source : Ellerkamp, 2001

La justesse de la simulation à prévoir une situation présente à partir d'une réalité historique, prouve la faculté qu'ont les automates cellulaires à fournir une prédiction crédible et réaliste du futur possible. Dans le second cas, il s'agit de montrer la capacité d'un modèle basé sur les automates cellulaires de prédire un phénomène de croissance urbaine dans le futur. Comme l'illustre la simulation effectuée sur le Nigéria entre 1984 et 2020 (cf. figure 2.9), ces outils sont capables non seulement de reproduire la réalité présente d'un espace (Lagos observé en 2000 et Lagos simulé en 2000) mais aussi de prévoir, en se basant sur les conditions initiales du territoire (passé + présent), son devenir (Lagos, 2020).



Figure 2.9. : Croissance urbaine à Lagos (Nigéria) : à gauche de la figure = Situation observée en 2000 et à droite de la figure situation simulée en 2020.

Source : Barredo *et al.* 2004

2.3.2. Effets de voisinage

La notion de voisinage revêt un caractère fondamental pour l'étude des systèmes spatiaux en général, et plus particulièrement pour celle des espaces transfrontaliers car, l'évolution des territoires transfrontaliers est le produit d'échanges, d'interactions et d'interrelations entre différentes unités spatiales proches. À ce titre, on évoque le terme d'effets de voisinage pour désigner des relations de cause à effets entre des éléments d'un système voisin proche ou contigu quelle que soit l'échelle (Brunet, 1992). Ces relations de proche en proche amènent à considérer d'autres concepts comme celui de la *distance*, qui renvoie à la mesure entre différents objets situés dans l'espace géographique : la *distance-temps*, ici, le temps que l'on va mettre pour aller d'un point A à un point B ; la *distance decay effect/l'effet distance*. Par exemple, le rôle de la distance sur l'accessibilité et/ou l'attractivité d'un territoire par rapport à un autre ; la *contiguïté*, consiste en l'analyse des relations de proximité entre deux phénomènes étudiés, et tient donc compte de la distance ; ou même la

diffusion, qui indique l'expansion et/ou la propagation d'un phénomène dans l'espace et dans le temps (Hägerstrand, 1953).

C'est Tobler en 1970 qui saisit plus que quiconque, l'importance de l'effet de voisinage en Géographie : *Everything is related to everything else, but near things are more related than distance things*. Il marque ainsi l'intérêt de la prise en compte des entités spatiales proches et en contact dans l'évolution des systèmes territoriaux. Aujourd'hui considérer les relations de voisinage fait partie de la diversité des techniques élémentaires dont dispose le géographe pour comprendre son anthroposystème. L'effet de voisinage est central dans le paramétrage des modèles basés sur les automates cellulaires car l'état futur de chaque cellule dépend des relations de voisinage que chaque cellule entretient avec la cellule voisine de gauche et/ou de droite : *The notion of neighbourhood is central to the CA paradigm and appears to be the only defining characteristic of the framework that has survived all attempts at generalization* (Couclelis, 1997). Ainsi, dans le cadre de l'appréhension de l'évolution des systèmes complexes comme les espaces transfrontaliers, la prise en compte de l'effet de voisinage est déterminante et grâce au principe de règles de transition, les modèles basés sur les automates cellulaires sont conçus pour la faciliter.

2.3.3. Le principe de transition

Le concept de transition évoque un passage progressif d'un état/situation A vers un état/situation B. Ces états/situations sont déterminés par des processus d'évolution qui amènent à passer progressivement de A vers B. À titre d'exemple, on parlera de transition démographique pour évoquer le changement qu'a connu la population d'un pays au cours du temps. Replacée dans le contexte des automates cellulaires, une transition est avant tout fondée sur des règles (transitions rules/règles de transition) qui déterminent l'évolution progressive des cellules dans un espace-temps donné (cf. figure 2.10).

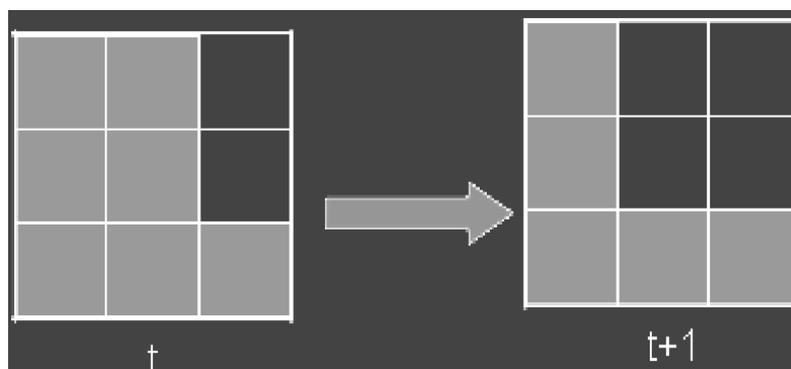


Figure 2.10 : Principe de transition

Pour mieux comprendre et expliciter le principe des règles de transition nous allons revenir à l'exemple d'Avignon (Ellerkamp, 2001). Dans ce cas précis, la règle de transition se situe à deux niveaux. D'abord au niveau du processus de diffusion de la population contenue dans les cellules. Ici, les interactions générées entre cellules voisines ont permis *d'initier les dynamiques d'extension spatiale des aires les plus densément peuplées*. Le second niveau de la règle de transition est la dépendance à la situation initiale. A ce niveau, la population des cellules est accrue *afin d'alimenter les mouvements spatiaux initiés par la diffusion, en tenant compte des configurations locales au pas de temps précédent*. Chaque cellule voit sa population augmenter. Cette croissance provient des gains mais aussi des pertes de chaque cellule en termes de population. Le comportement de chacune des cellules est à mettre en relation avec l'évolution de la population avignonnaise qui a plus que doublé entre 1936 et 1999. Pour arriver à ces résultats, c'est-à-dire aux apports en population enregistrés par chaque cellule, plusieurs itérations sont nécessaires. En effet, à chaque itération ou équation de récurrence, autrement dit à chaque action récurrente qui est réitérée, les cellules implémentent une équation ou règle de transition propre à chaque modèle. Il y a autant de règles de transition qu'il y a de modèles. Dans l'exemple d'Avignon, la règle de transition est la suivante :

$$s_{ij}^{(t+1)} = \begin{cases} (u + v)si(\zeta \leq p) \\ u \text{ sinon} \end{cases}$$

- S, est la valeur de la population de chaque cellule
- ij, fait référence au temps (t)
- u, le processus de diffusion
- v, l'apport exogène (la population provenant de l'extérieur du système)
- p, la population donnée

2.3.4. Taille des cellules et approche multiscale

Grâce à leurs cellules qui se présentent en différentes tailles - une cellule pouvant être égale à 500*500 pour les petites échelles ou 100*100 pour les grandes échelles (cf. figure 2.11) - les automates cellulaires s'ajustent aisément en fonction de l'aire d'étude. Pour exemple, les limites administratives des communes françaises, du fait de leur relative petite extension, doivent être modélisées en utilisant une fine résolution, autrement dit avec des cellules ayant une taille inférieure ou égale à 100*100 (cf. figure 2.11). Aussi, parce que les cellules sont arrangées en différentes tailles, il est possible d'intégrer une approche multiscale (cf. figure 2.12.) pour une meilleure compréhension des fonctionnements des systèmes complexes.

Par conséquent, prenant en compte l'espace généralement représenté par une matrice de cellules, les modèles basés sur les automates cellulaires offrent la possibilité de visualiser à

différentes échelles spatiales la diffusion d'un phénomène tout comme la concentration de ce même phénomène dans l'espace et dans le temps.



Figure 2.11 : Cell sizes

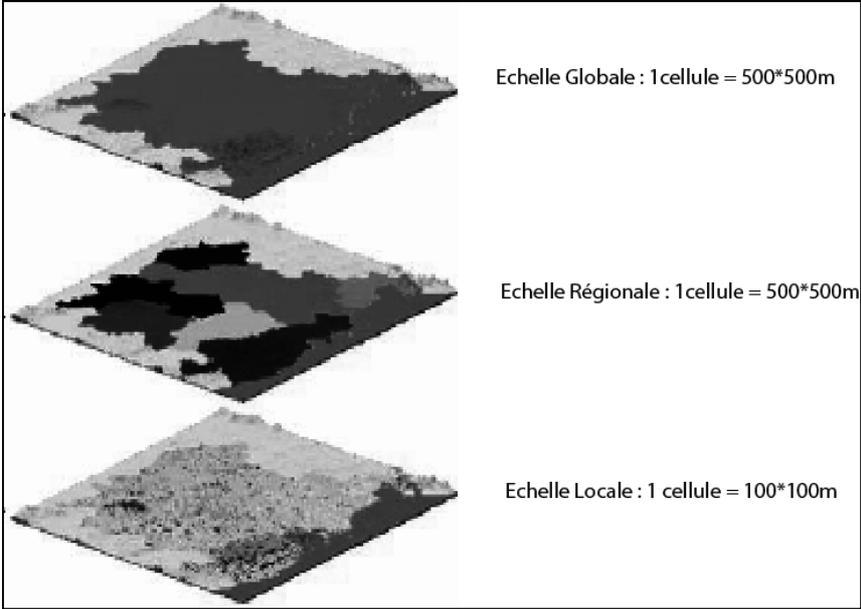


Figure 2.12 : Approche multiscalaire

Source : White et Engelen, 2000

Après avoir répertorié les raisons diverses (simulation spatiale, effets de voisinage, règles de transition ou encore approche multiscalaire) qui justifient le choix des automates cellulaires, nous pouvons établir la synthèse suivante : l'intérêt principal des automates cellulaires réside dans leurs capacités à rendre compte de façon réelle, des interactions spatiales du fait des effets de contiguïté et de voisinage. Ainsi, pour le géographe et bien d'autres scientifiques, il devient possible de comparer des structures spatiales différentes ou des formes spatiales émergentes, produites à partir de règles de transition constantes et d'effets de voisinage. De ce fait, les modèles basés sur les automates cellulaires permettent la reconnaissance des processus créateurs de structures spatiales diverses et variées.

2.4. Pourquoi le choix de Urban Growth Moland Model ?

2.4.1. Qu'est-ce que Moland-Model ?

Le Joint Research Centre d'Ispra a été chargé par la Commission européenne de développer des travaux utiles à la planification urbaine et régionale de l'Europe et notamment, d'offrir aux acteurs et autres gestionnaires des territoires confrontés à des difficultés dans les phases de prises de décision, un outil leur permettant de comprendre le fonctionnement complexe des systèmes spatiaux, afin qu'ils puissent anticiper au mieux leur devenir. Au début des années 2000, deux modèles de dynamiques urbaines (Urban growth Moland Model/vs MURBANDY-Model et du Régional Growth Moland Model), destinés à explorer les futurs possibles des territoires urbains à partir d'une variété de scénarios de politique d'aménagement et de planification, ont été conçus au Research Institute for Knowledge Systems de Maastricht, par Guy Engelen, Roger White et Inge Uljee, en collaboration avec le Joint Research Centre..

Moland, appartient à la famille des modèles dits intégrés qui ont la particularité d'être dynamiques et spatialement explicites (cf. tableau 7). En 1979 déjà, Tobler qualifie certains de ces modèles comme des « *Geographical models* » du fait de leur capacité à répondre aux problématiques géographiques liées à la dynamique des systèmes complexes (Tobler, 1979). L'émergence des modèles dits intégrés est toutefois à mettre en relation avec le développement de l'approche *bottom-up* qui consiste à la prise en compte de la plus petite action au niveau local de l'anthroposystème. En effet, cette approche considère que les structures qui émergent sont le produit d'actions locales et qu'il faut s'intéresser au niveau le plus fin (villes, communes, quartiers, centres urbains...) pour pouvoir détecter les probables changements et/ou transformations que l'anthroposystème devrait subir. C'est ainsi que l'approche *bottom-up* va favoriser le développement d'outils à l'image des modèles basés sur les automates cellulaires visant à mettre en évidence l'évolution possible des systèmes complexes (Allen, 1978 ; White et Engelen., 1994).

Tableau 7 : Caractéristiques techniques de neuf modèles dynamiques

Model	Predicted Transitions	Exogenous Quantity	Uses Year 2 Quantity	Pure Pixels	Case	Literature
Geomod	Single	Yes	No	Yes	Worcester	Pontius et al. 2001, Pontius and Spencer 2005, Pontius et al. 2006
SLEUTH	Multiple	No	No	Yes	Santa Barbara	Dietzel and Clarke 2004, Goldstein 2004, Silva and Clarke 2002
Land Use Scanner	Multiple	Yes	No	No	Holland(8)	Hilferink and Rietveld 1999, Koomen et al. 2005, Borsboom-van Beurden et al. 2007
Environment Explorer	Multiple	Optional	No	Optional	Holland(15)	de Nijs et al. 2004, Engelen et al. 2003, Verburg et al. 2004
Logistic Regression	Single	Yes	No	Yes	Perinet	McConnell et al. 2004
SAMBA	Multiple	No	No	Yes	Cho Don	Boissau and Castella 2003, Castella et al. 2005a, Castella et al. 2005b
LTM	Single	Yes	Yes	Yes	Twin Cities, Detroit	Pijanowski et al. 2000, Pijanowski et al. 2002, Pijanowski et al. 2005
CLUE-S	Multiple	Yes	Yes	Yes	Kuala Lumpur, Haidian, Maroua	Duan et al. 2004, Tan et al. 2005, Verburg and Veldkamp 2004, Verburg et al. 2002,
CLUE	Multiple	Yes	Yes	No	Costa Rica, Honduras	de Koning et al. 1999, Kok and Veldkamp 2001, Kok et al. 2001, Veldkamp and Fresco 1996, Verburg et al. 1999

Source : Pontius *et al.*, 2007

2.4.2. Les objectifs de Moland

Trois principaux objectifs ont accompagné la création du modèle Moland. Le premier objectif est de simuler la croissance urbaine ou régionale. Le second objectif porte sur l'aspect soutenable de l'urbanisation (aide à la décision) et l'adaptation aux risques naturels dans les aires urbanisées. Le dernier objectif est de prévoir le devenir urbain des espaces.

Nous l'avons compris, le modèle MOLAND a pour but de représenter les systèmes de manière authentique en s'accommodant des aspects de la réalité en incorporant des processus d'interaction "macroscopique" aussi bien que des attributs "microscopiques" qui représentent la non-homogénéité de l'espace géographique dans laquelle les dynamiques se forment.

2.4.3. Les caractéristiques de Moland

2.4.3.1. Moland : un modèle d'automate cellulaire contraint, à niveaux multiples

Le modèle Moland comporte deux plateformes distinctes mais interdépendantes. Il s'agit de la plateforme Murbandy, plus connue sous le nom de « Urban Growth Moland Model » (que nous utilisons dans cette recherche) qui est destinée aux régions urbaines, et « Regional Growth Moland Model », qui est une plateforme plus adaptée aux régions de grande taille. Le modèle prend en compte quatre composantes relatives à l'économie, la démographie, l'occupation du sol et les transports. Il est construit sur une demande générée au niveau macro et intègre des tendances tirées de scénarios de croissance économique et démographique, nationale ou mondiale. Au niveau régional, le modèle calcule l'attractivité relative exercée par les différentes sous-régions pour les migrations résidentielles et les déplacements d'activités. Enfin, au niveau local, les processus de transformation de

l'occupation du sol sont appréhendés au moyen d'un automate cellulaire où la zone d'étude est représentée par une grille de cellules de petite dimension. Ce niveau micro est en relation avec le niveau macro (global et régional) où s'expriment les tendances économiques et les demandes dans les différents secteurs d'activité. Quatre éléments caractérisent chaque cellule : les attributs physiques, le zonage, l'accessibilité et l'effet du voisinage. Ces facteurs sont intégrés à l'équation ci-dessous déterminant les règles de transition :

$${}^tP_{k,x,y} = (1+{}^tA_{k,x,y})(1+{}^tS_{k,x,y})(1+{}^tZ_{k,x,y})(1+{}^tN_{k,x,y}){}^tV, \text{ Équation (3)}$$

où,

${}^tP_{k,x,y}$ est le potentiel de transition d'Automate Cellulaire de la cellule (x,y) pour l'utilisation du sol K au temps t

${}^tA_{k,x,y}$ Accessibilité de la cellule (x, y) à l'élément de l'infrastructure r pour l'utilisation du sol K au temps t

${}^tS_{k,x,y}$ « Suitability » intrinsèque de la cellule (x,y) pour l'utilisation du sol K

${}^tZ_{k,x,y}$ est la réglementation du zonage (statut de zonage) de la cellule (x,y) pour l'utilisation du sol K

${}^tN_{k,x,y}$ est l'effet de l'espace de voisinage de la cellule (x,y) pour l'usage du sol K au temps t

tV est l'expression de la perturbation stochastique au temps t ; définie par $V = 1 + (-\ln R)^\alpha$, où $(0 < R < 1)$ est une fonction aléatoire uniforme et α est un paramètre autorisant l'ajustement de la taille de la perturbation stochastique.

À partir de cette règle, un potentiel de transition ou de changement est calculé pour chacune des cellules, à chaque itération de la simulation. Ce potentiel indique l'occupation du sol à laquelle la cellule est la mieux adaptée.

Dans Moland, les interactions des différents niveaux spatiaux sont fortes (cf. figure 2.13). Les tendances de la croissance globale sont des contraintes pour les sous-modèles régionaux. Ces derniers distribuent la croissance globale vers les sous-régions et les modèles micro déterminent précisément le lieu où la croissance va se porter. Les "potentiels de changements" au niveau micro calculés par le modèle expriment la pression qui s'exerce sur l'espace et constituent une information précieuse sur les retombées locales de tendances observées ou envisagées à un niveau supérieur. Elles influencent fortement l'attractivité relative exercée par chaque sous-espace. Inversement, du niveau local remonte une information sur la nature et la disponibilité de l'espace restant pour l'expansion future de chaque type d'occupation du sol.

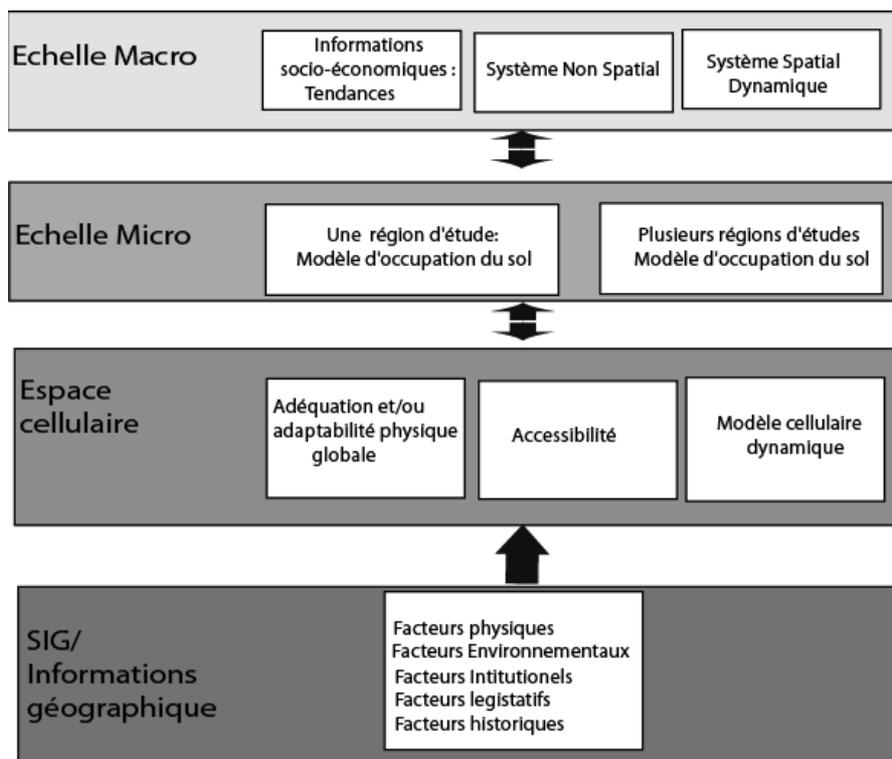


Figure 2.13 : L'approche multi-échelles du modèle Moland

Source : White et Engelen 2000

2.4.3.2. Moland : un espace cellulaire à dimension variable

C'est l'espace cellulaire représenté en deux dimensions qui fait de Moland un modèle ayant pour base, les automates cellulaires. Dans la « capsule » cellulaire, les cellules ont la forme de rectangles logés dans un espace euclidien, discret.

La taille des cellules peut varier entre 100m x 100m et 500m x 500m selon l'échelle à laquelle on travaille (locale, régionale ou globale). Un hectare étant l'espace minimum pouvant être représenté par le modèle. Dans notre cas (l'occupation du sol de l'espace transfrontalier franco-italien), la taille des cellules est égale à 100m x 100m et le nombre total de cellules représente 558 114 cellules.

2.4.3.3. Moland : un voisinage cellulaire de forme circulaire concentrique

Un voisinage, est « Une région d'influence définie comme une zone tampon externe tracée autour de chaque objet. La taille de la zone tampon détermine la région d'influence, expérimentée en unités métriques. Les objets situés en totalité ou en partie à l'intérieur de la zone tampon sont considérés comme des voisins de cet objet géographique et chaque voisin exerce une influence sur cet objet. L'influence de chaque voisin est définie par une fonction mathématique qui dépend de la superficie de ce voisin, de la distance entre le centroïde de ce dernier et l'objet géographique ainsi que la probabilité que cet objet géographique change d'état pour l'état de ce voisin » (Marceau *et al.*, 2008, p. 240). Dans le modèle Moland, le voisinage des cellules ou *the cell neighbourhood* correspond à une région circulaire appelée

the circular region, définie autour d'un rayon de 8 cellules. Le voisinage contient 196 cellules disposées à partir d'une distance discrète de 30 zones formant un cercle concentrique. Aussi, toutes les cellules du voisinage ont exactement un cercle concentrique où $d \in D$ est obtenu par la distance du nombre observé en fonction de la distance euclidienne du centre et la valeur accordée à leur position par rapport au centre concentrique (cf. figure 2.14 cercle 1).

L'indice du cercle dépend de la distance du cercle au centre du voisinage. La distance entre les cellules est définie par l'équation $\sqrt{Xd^2 + Yd^2}$, ici, Xd et Yd représentent la distance absolue d'un certain élément du centre qui est (comme l'indique la figure 2.14) soit horizontal, soit vertical.

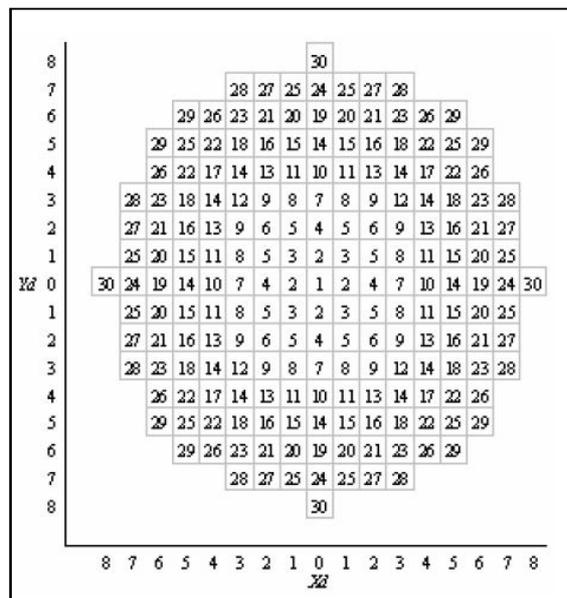


Figure 2.14 : Neighbourhood structure of MOLAND-Moland

All cells in the neighbourhood are in exactly one concentric circle. The index of the circle depends on the distance of the circle's cells to the centre of the centre of the neighbourhood (circle 1)

Source : (White *et al.*, 2000)

2.4.3.4. Moland : des cellules aux états multiples basées sur la classification de CORINE

Chaque cellule possède un état « *cell state* » représenté par une classe d'occupation du sol. Il existe trois types de cellules : *les cellules dynamiques* appelées aussi cellules actives qui sont couplées avec les informations de type socio-économique (populations, industrie, commerces, services...), *les cellules passives* (forêt, végétation, agriculture...) qui changent d'état en fonction de l'évolution des cellules dynamiques, et enfin *les cellules statiques* (mer, montagne et/ou pentes, réseaux de transport) qui ne changent pas (sauf à l'échelle géologique) et qui déterminent l'évolution et l'organisation spatiale des cellules dynamiques et passives. Les cellules passives et statiques sont couplées avec les informations de type environnemental, ces dernières étant elles-mêmes couplées avec le relief. Les cellules/classes d'occupation du sol nommées *land use activities* (industrie, commerce, service...) font

référence aux activités économiques, les cellules/classes appelées *residential land use* (*continuous urban fabric* et *discontinuous urban fabric*) concernent l'urbanisation, et les *natural land uses* désignent les caractéristiques physiques et environnementales du territoire.

Tableau 8 : Classes d'occupation du sol de l'aire de la modélisation

Classes Actives	Classes Passives	Classes Statiques/("features")
<ul style="list-style-type: none"> • Continuous urban fabric • Discontinuous urban fabric • Industrial or commercial areas 	<ul style="list-style-type: none"> • Arable land • Permanent crops • Pastures • Heterogeneous agriculture areas • Forest • Shrubland and/or herbaceous vegetation • Sparsely vegetated area • Natural grassland 	<ul style="list-style-type: none"> • Airports • Road and rail networks and associated land • Mineral extraction sites • Dump sites • Port areas • Water bodies* • Sea • Green urban areas*

Conclusion du chapitre 2

Les automates cellulaires sont des outils *a priori* simples de structure mais qui en réalité sont fondamentalement complexes dans leur comportement évolutif. À partir de règles basiques comme le Jeu de la Vie de Conway, ces outils d'apparence ludique et récréative produisent toutefois des formes de structures spatiales surprenantes et totalement inattendues comme l'illustrent les études portant sur la dimension fractale des structures spatiales et l'émergence de systèmes spatiaux à travers la problématique de la croissance et de la morphologie urbaine. Aussi, même si les automates cellulaires demeurent en général des outils « inclassifiables » du fait de leur nombre infini, il est généralement admis par la communauté scientifique qu'un automate cellulaire consiste en :

- Un *espace Euclidien*, divisé en un tableau de cellules identiques. Pour des applications géographiques, un tableau à 2 ou 3 dimensions est plus pratique.
- Un voisinage de cellules, pour les processus de flux et de diffusion, les 4 voisinages immédiats de *Von Neumann* ou les 8 voisinages immédiats de *Moore* sont suffisants mais, pour la plupart des processus socio-économiques de diffusion, des voisinages plus grands sont requis.
- Un ensemble *d'état de cellules* discontinues.
- Un ensemble de *règles de transition* qui déterminent l'état d'une cellule comme une fonction des états des cellules dans le voisinage ;
- Des *étapes de temps discontinus*, avec tous les états de cellules mis à jour simultanément.

Les automates cellulaires restent encore aujourd'hui des outils populaires parce que considérés comme étant *universels*. Configurés sur une grille de cellules homogènes et à partir de règles de transition et des effets de voisinage, les automates cellulaires arrivent à évoluer dans le temps voire même dans certains cas indéfiniment. Par leurs caractéristiques élémentaires, les automates cellulaires permettent de prendre en compte les interactions existant entre différents sous-systèmes et aussi celles qui existent entre les différents éléments composant un système dynamique.

L'émergence et le développement des modèles basés sur les automates cellulaires à l'image de Moland, se sont accompagnés d'un accroissement de la complexité de ces modèles et d'une volonté de construire des outils de simulation plus réalistes tenant compte des hétérogénéités qui se trouvent dans l'espace géographique où, dans le même temps, se forment des processus d'interactions et de rétroactions situées à différents niveaux d'un anthroposystème. Dès lors, les modèles basés sur les automates cellulaires deviennent incontournables pour l'acquisition de nouvelles connaissances indispensables pour la prédiction d'états futurs des systèmes spatiaux complexes.

Chapitre 3. Modélisation et Calibration : Ajustement du Urban Growth Moland Model à l'espace transfrontalier franco-italo-monégasque

3.1. Détermination de l'aire de la modélisation

En 2000, l'aire d'étude globale soumise à la modélisation est égale à 1 région d'étude, 3 Etats, 183 communes et 558 114 cellules réparties en 19 classes d'occupation du sol (cf. figure.3.1). La délimitation de l'aire réelle de la modélisation (cf. figure 3.2) est basée sur les territoires urbains susceptibles d'abriter les futures gares TGV à l'horizon 2020. Ces villes sont Cannes et Nice du côté français et Vintimille du côté italien (dans une perspective de desserte du projet de transport LGV PACA de la frontière italienne). Toutefois, l'aire réelle de la modélisation a été volontairement étendue aux communes voisines de Cannes, Nice et de Vintimille, dans la perspective de pouvoir détecter l'effet de diffusion des phénomènes susceptibles d'émerger au lendemain de la mise en service de la LGV PACA.

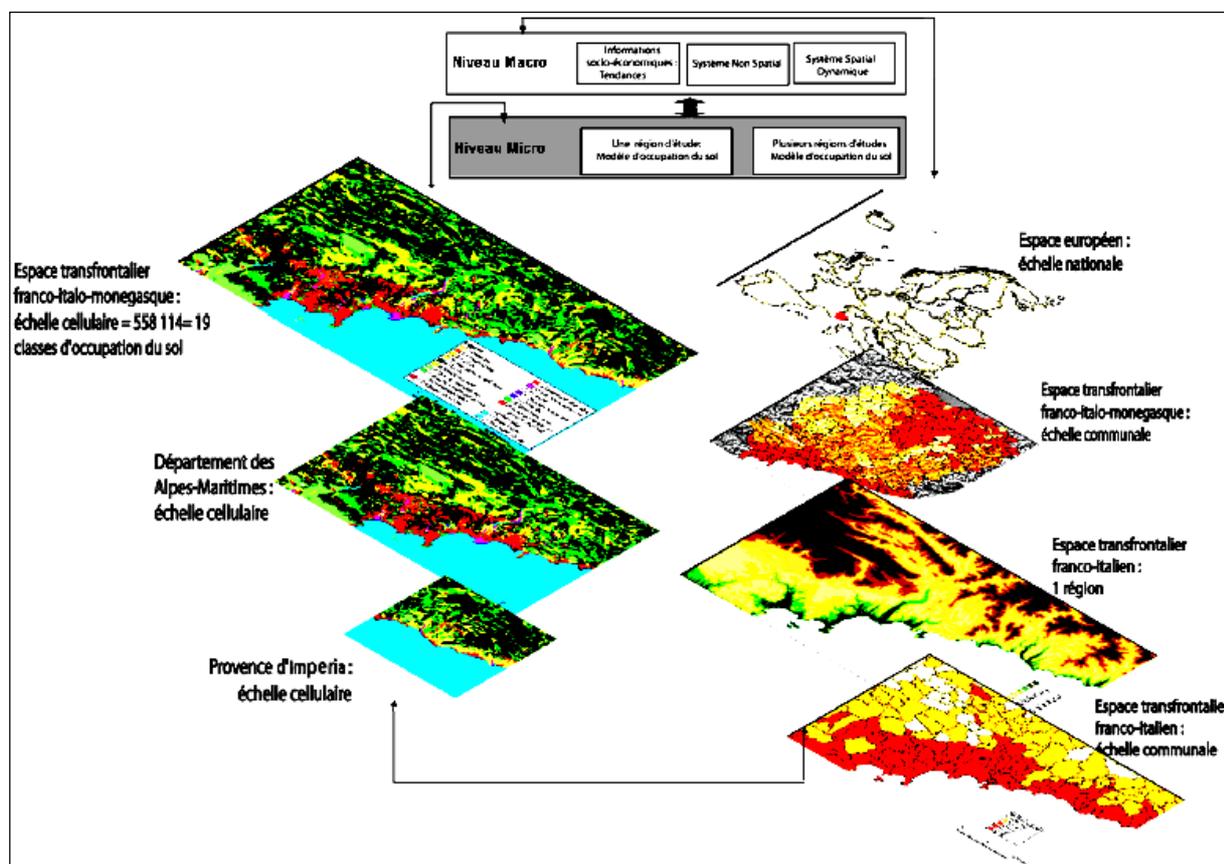


Figure 3.1 : Différents niveaux territoriaux composant l'aire d'étude

Avec 183 communes au total réparties sur une superficie d'environ 4262,64 km² et une population totale en 1999 de 1 190 819 habitants, l'aire de la modélisation regroupe la totalité des communes de la « bande côtière », c'est-à-dire du littoral et du moyen pays, soit environ 133 communes sur les 163 que compte le département des Alpes-Maritimes et 32 sur

les 67 que compte la province d'Imperia. Dix-huit petites communes de montagne du département du Var frontalières des Alpes-Maritimes, viennent compléter l'aire d'étude. Ces petites communes du Var jouxtant l'agglomération cannoise enregistrent en 1999 des densités de population faibles, variant entre 1,47 habitants au km² pour la commune de Val-de-Chalvagne et 153 habitants au km² pour la commune de Fayence. Ces communes représentent moins de 1% des 898 441 habitants que compte la population du département du Var en 1999.

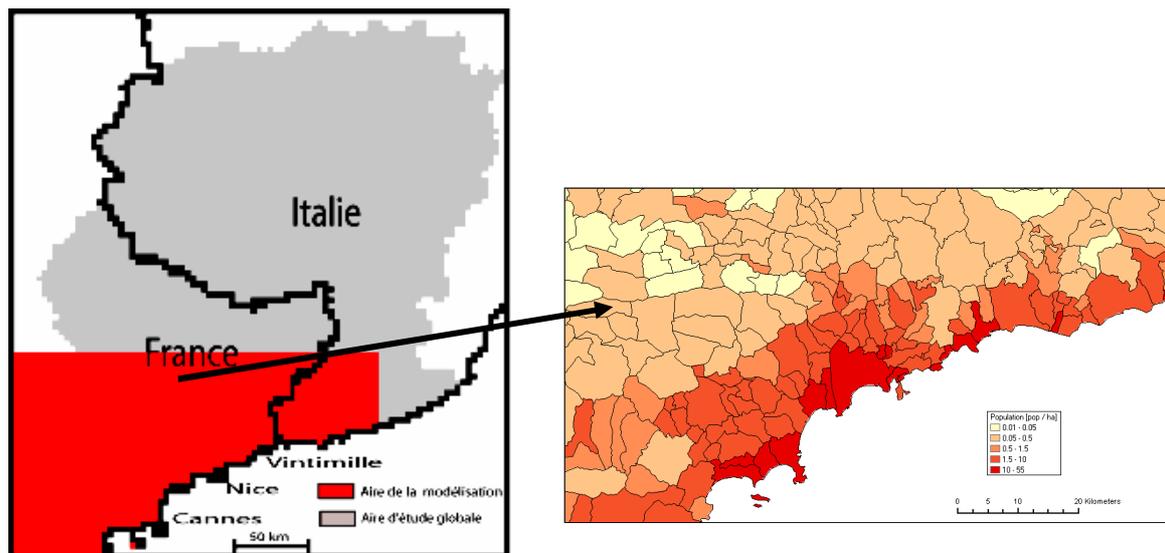


Figure 3.2. : Aire réelle de la modélisation en 2000 : Alpes-Maritimes, Principauté de Monaco et San Remo dans la Province d'Imperia

Source : EUROSTAT- GISCO, (base de données mise à jour 2008)

3.2. La construction du modèle

3.2.1. Des contraintes d'ordre méthodologique et/ou technique

Il existe quatre contraintes d'ordre méthodologique qu'il faut prendre en compte pour assurer le bon fonctionnement du modèle. Il s'agit :

(1) de la question de l'harmonisation des données d'entrée du modèle (inputs). En effet, pour garantir le bon fonctionnement du modèle, toutes les données d'entrée doivent au moins être disponibles pour plusieurs dates. Le modèle exige une année de base 1 (année historique de référence représentant le passé) et une année de base 2 (année représentant le présent, la réalité actuelle). De préférence, 10 à 15 années doivent séparer ces deux années de référence afin de mieux évaluer l'évolution du système étudié.

(2) Les données doivent être strictement comparables. Ce qui constitue une difficulté majeure dans un contexte transfrontalier, où la question de la disponibilité et de l'harmonisation des données est plus qu'ailleurs une limite. Ceci explique donc d'exclure certaines informations comme les « zoning statuts ». Les « zoning statuts » sont les politiques

qui visent à réguler l'aménagement urbain des villes. En France, elles existent sous forme de PLU, de DTA, de SCOT, etc. En Italie, elles sont connues sous le nom de *piani regolatori* ou du *PTCP* (*Piano Territoriale di Coordinazione del Paesaggio*). Les « zoning statuts » sont l'exemple type de données non comparables et non exploitables directement car, selon le pays, les objectifs fixés sont différents et l'échelle de réalisation des documents n'est pas la même. À ce titre, en France, les PLU sont réalisés à l'échelle des villes/quartiers (UMR ESPACE, 2004) et en Italie, les informations les plus exhaustives et certainement les plus « fiables » se situent plutôt à l'échelle des provinces. Mais plus encore, les programmes de régulation (documents d'aménagements divers) s'ils sont logiques (parce que s'inscrivant dans un contexte de protection de l'environnement et du développement durable), sont loin d'être efficaces car leur application reste limitée. Souvent en effet, nombre de ces documents d'aménagement sont en total décalage avec la réalité. Une raison suffisante pour ne pas introduire un document d'aménagement, existant certes, mais inopérant dans le modèle au risque de rendre encore plus incertains les résultats des différentes prévisions futures. Aussi, au moment d'intégrer ce type de document dans le processus de la simulation, le modélisateur se doit de se demander si la réalité de l'espace est effectivement traduite par les documents d'aménagement en tant que tels. Le facteur "zoning statut" représenté par la fonction ${}^tZ_{k,x,y}$ de la règle de transition (cf. l'Équation 3) quand il n'est pas intégré dans le processus de calibration du modèle est égal à 1. En revanche, quand il est une composante des entrées principales du modèle, il est calé avec chacune des différentes classes d'occupation du sol.

(3) Les données d'entrée doivent être identiques en taille (c'est-à-dire couvrir la même aire/échelle spatiale), en résolution et en origine/source. Autrement dit, elles doivent être enregistrées dans une base de données commune et couvrir complètement l'ensemble de la région étudiée. Pour répondre à cette exigence du modèle, nous avons mobilisé la base de données de *Corine Land Cover* pour l'occupation du sol, la base de données *GISCO*, pour les informations relatives à la population par exemple, la base de données *Télé-Atlas Europe* pour les informations relatives au réseau de transport, et la base de données *Digital Elevation Model* (DEM) ou Modèle Numérique de Terrain (MNT) qui représente la topographie d'une surface terrestre donnée. Un DEM peut couvrir différentes échelles spatiales, depuis la couverture globale de la plus petite échelle, jusqu'à la couverture locale à la plus grande échelle. Le DEM formule de façon quantitative les caractéristiques physiques d'un territoire en fournissant des informations détaillées et spatialisées permettant de visualiser le profil topographique du terrain étudié.

Les différentes bases de données mobilisées lors de l'étape de la calibration du modèle ont en commun d'être harmonisées de la plus petite à la plus grande échelle. Elles ont pour avantage de couvrir toute l'Europe et donc de répondre aux exigences d'une thématique transfrontalière.

(4) La dernière exigence du modèle porte sur les données d'usage des sols qui doivent être modélisées au niveau cellulaire (à l'échelle micro du modèle).

3.2.2. Les inputs du modèle

La construction des données d'entrées du modèle peut être déclinée en quatre grandes étapes. Dans une première étape, nous avons pris en considération les quatre contraintes majeures du modèle décrites dans la section précédente (cf. section, 3.2.1). Dans une seconde étape, nous nous sommes appuyée fortement sur les résultats issus du retour d'expérience du TGV (cf. partie 1 chapitre 3) et du diagnostic spatial transfrontalier (cf. partie 1 chapitre 2) qui a montré l'importance des contraintes physiques, les fortes relations spatiales entre la France, la Principauté de Monaco et l'Italie en dépit de la présence de la frontière, ainsi que les enjeux de l'urbanisation et de l'accessibilité de cette région transfrontalière, préfigurant les hypothèses suivantes : les effets du TGV sur la croissance urbaine et sur l'accessibilité du territoire à partir de 2020. Dans une troisième étape, nous avons procédé à une collecte de l'information disponible. Cette phase est complexe car elle nous amène à résoudre différentes questions : les questions relatives à la disponibilité des données et plus largement les questions relatives à l'harmonisation des informations entre la France et l'Italie, les questions afférentes à l'échelle et à la taille des cellules, mais aussi la question de la crédibilité des informations concernant le tourisme et les réglementations urbaines. Sur la base des trois premières étapes, la quatrième et dernière étape porte sur la validation de la fiabilité des entrées définitives du modèle, phase primordiale à prendre en compte pour l'assurance d'une bonne calibration. Quatre facteurs principaux constituent les entrées du modèle. Le premier facteur est l'occupation du sol (basée sur la classification de Corine Land Cover) à différentes dates. C'est au niveau de l'occupation du sol que se situent les vraies interactions spatiales et par conséquent donc, que se situent les effets de voisinages entre différentes catégories de classes d'occupation du sol. Le second facteur est le facteur *suitability* (ou adaptabilité du territoire) calculé au moyen du *Digital Elevation Model* (DEM) à partir d'une résolution de 100 m. De cette résolution est produite l'inclinaison des pentes (the steepness of slope) en pourcentage. Pour obtenir ensuite ce que l'on nomme les « *suitability maps* », les données relatives à l'aspect physique du territoire sont croisées avec les données d'occupation du sol. En effet, le facteur *suitability* est la probabilité d'apparition des cellules, en fonction de la pente de chaque cellule/classe d'occupation du sol dans l'ensemble de l'espace cellulaire. C'est ce facteur qui va permettre d'évaluer l'impact du déterminisme physique (l'inertie spatiale en quelque sorte) sur l'évolution de la croissance urbaine. Le troisième facteur est le réseau de transport qui va nous permettre d'évaluer l'accessibilité (cf. figure 3.3.). Le dernier facteur est le paramètre de perturbation aléatoire α . À travers ce facteur, c'est une « chaîne de hasard » qui est introduite dans le modèle car, un modèle ne pouvant tout prévoir, les interactions et rétroactions entre éléments du système, les « entrelacs » des causes et des effets produits par l'effet de voisinage, vont être la source de phénomènes spatiaux émergents, totalement inattendus.

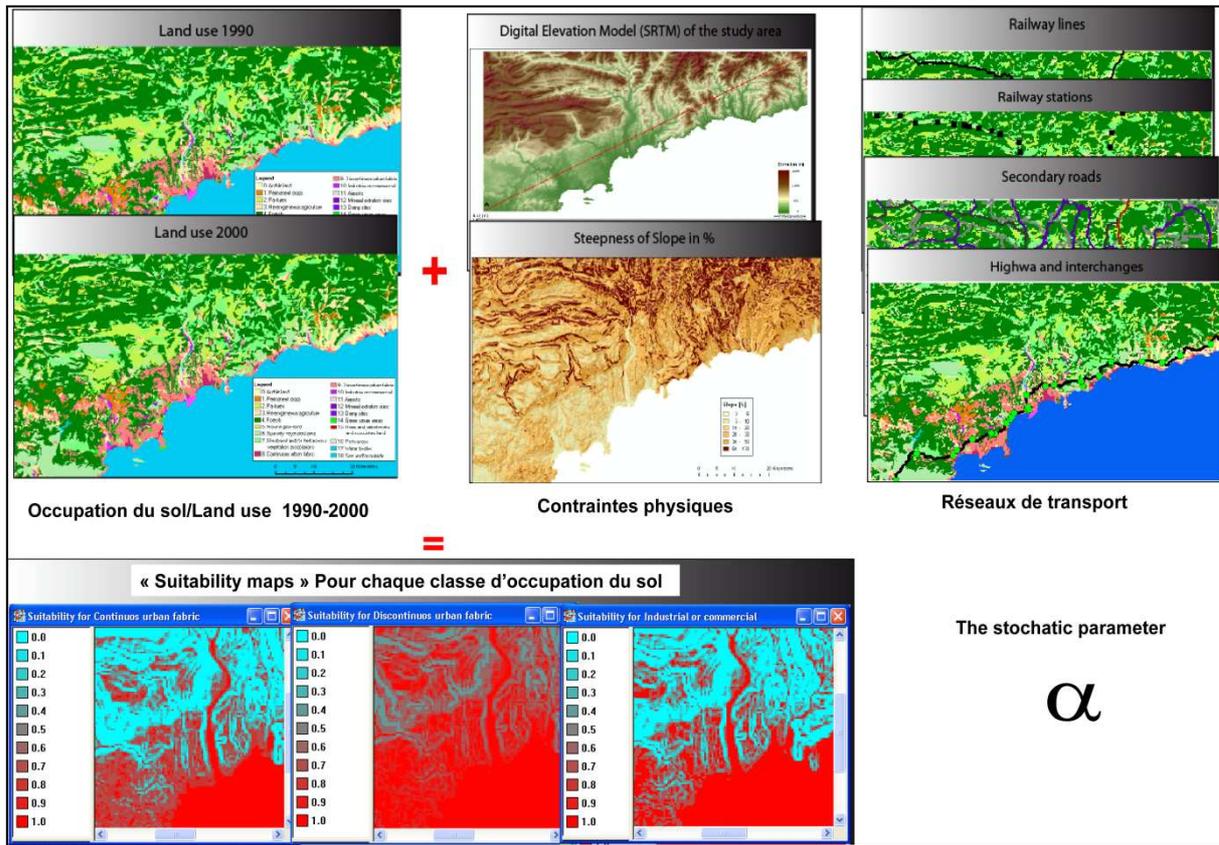


Figure 3.3 : Les inputs du modèle

Nous l'avons donc remarqué, le nombre d'inputs est volontairement limité. Seulement quatre ont été sélectionnés. Cette démarche est peu commune mais s'explique par le fait que nous réfutons l'idée selon laquelle une bonne modélisation/simulation est celle qui multiplie les entrées dans un modèle. Il en va tout autrement, et les modèles macro-économiques en sont l'illustration type. Plus les entrées seront multipliées, plus les résultats de la modélisation seront flous, et il devient plus compliqué, au terme de la simulation, d'attribuer à un facteur plus qu'à un autre, les changements survenus dans le système étudié. Mais en plus, ce choix d'entrées limitées se justifie dans un contexte de recherche ayant pour support l'infrastructure grande vitesse ferroviaire où il est déjà difficile d'isoler les facteurs socio-économique et sociodémographique impactés de façon certaine par l'arrivée du TGV (cf. partie 1 chapitre 3). Mais aussi, avec des hypothèses de recherche telles que la croissance urbaine et l'accessibilité, il convient d'avoir pour entrées des facteurs sûrs, quantifiables et mesurables, suffisamment représentatifs de la réalité des territoires afin de détecter avec précision là où les changements devraient se produire. Cependant, il n'est pas dit ici que nous écartons toutes les études apportant des éclaircissements sur les possibles retombées socio-économiques du TGV, à savoir des retombées sur l'emploi ou encore sur le tourisme, etc. Il s'agit seulement de prendre du recul avec ce type de recherches dans la phase de modélisation. Nous pensons en effet que ces dernières s'avèrent plus utiles et plus intéressantes quand elles interviennent en aval de la modélisation, autrement dit quand elles sont comparées avec les outputs. Notons

que tous les inputs sont construits dans un premier temps à l'extérieur du modèle, plus précisément dans un système d'Information Géographique (ARC-GIS en l'occurrence) avant d'être introduits définitivement dans le Moland pour être ajustés au modèle. Couplés généralement avec les modèles basés sur les automates cellulaires, les SIG contribuent grandement au réalisme de ces modèles de simulation. L'interaction entre un SIG et Moland est presque « naturelle » car, l'espace cellulaire de l'automate cellulaire est structurellement non différent de la représentation cellulaire de l'espace dans un SIG (Clarke and Gaydos, 1998). Ils forment tous deux essentiellement une grille de cellules partitionnant une zone géographique. Cette similarité permet une liaison facile entre le SIG et Moland d'un point de vue conceptuel et technique en s'assurant que les systèmes de référence à la grille du modèle et ceux du SIG correspondent et que, la relation une à une entre les cellules des deux outils est établie.

3.2.3. Calibration générale du modèle

Il s'agit dans cette section, de décrire les procédures de calage du modèle Moland. Moland, par son comportement complexe, requiert des procédures heuristiques difficilement disponibles et un temps nécessairement plus long pour être calé et exécuté que d'autres modèles de la même famille. En effet, contrairement à une technique purement statistique ou algorithmique, le modèle sollicite fortement « l'intuition » du scientifique réalisant le calage (Straatman *et al.*, 2004). Ce qui peut sembler suggérer que le calage en soi n'est pas « scientifique » et que le modèle calibré est sans valeur crédible, or c'est tout le contraire, l'appel à l'intuition est l'indication même que la structure du modèle à l'échelle micro est le miroir de la complexité des systèmes, et que seule une maîtrise du fonctionnement de l'espace étudié peut garantir les résultats d'une bonne calibration. La calibration du modèle s'effectue à partir des quatre grandes entrées. D'abord, le calage des 19 classes d'occupation du sol, autrement dit, l'effet de voisinage de l'espace cellulaire. Ensuite, le calage du facteur « *Suitability* », et pour finir, celui du facteur accessibilité et de la perturbation aléatoire.

3.2.3.1. Ajustement de l'espace cellulaire

Caler l'effet de voisinage de l'espace cellulaire du modèle Moland (*the neighbourhood space effect*), revient à définir les interactions et interconnexions spatiales entre différentes cellules. En des termes plus concrets, il s'agit de déterminer les échanges entre cellules ainsi que l'importance de la dépense spatiale entre chaque cellule/lieu/pixel. Le modèle Moland, comme l'essentiel des modèles basés sur les automates cellulaires, obéit à l'hypothèse selon laquelle tout lieu est fortement déterminé par une certaine forme de dépendance (Tobler, 1970,1979). En effet, en fonction de la localisation géographique de chaque cellule et de la similitude ou non de ses cellules voisines dans l'environnement de l'espace cellulaire du modèle, est déterminé l'effet de répulsion ($W_{K,L,C} < 0$) ou d'attraction (

$w_{K,L,C} > 0$) (cf. équation 3) qui s'exerce entre chaque classe d'occupation du sol. La distance définie par la fonction $w_{K,L,C}$ de la règle de transition (cf. équation 3) exprime les contraintes globales qui s'exercent sur les relations entre une cellule appartenant à une classe d'occupation du sol donnée, et les autres cellules voisines qui peuvent être de la même classe d'occupation du sol qu'elle ou différentes d'elle (cf. la figure 3.4). Pour exemple, une cellule de la classe "industrie et commerce" résistera généralement mieux à la pression d'une cellule voisine de la classe "urbain discontinu" pour la simple raison que pour rester attractive, les zones urbaines ont besoin que les activités industrielles et commerciales se forment à leurs proximités pour assurer aux populations l'accès aux opportunités économiques. En revanche, une cellule appartenant à la classe "agriculture" résistera difficilement à la pression des cellules urbaines car la croissance urbaine s'effectue généralement sur d'anciens espaces agricoles considérés par les cellules de la classe "urbain discontinu" comme des zones très attractives (espace disponible) donc propices à leur expansion. D'une manière générale donc, le calage de l'effet de voisinage est basé sur une procédure interactive dans laquelle chaque cellule est mise en relation avec les autres.

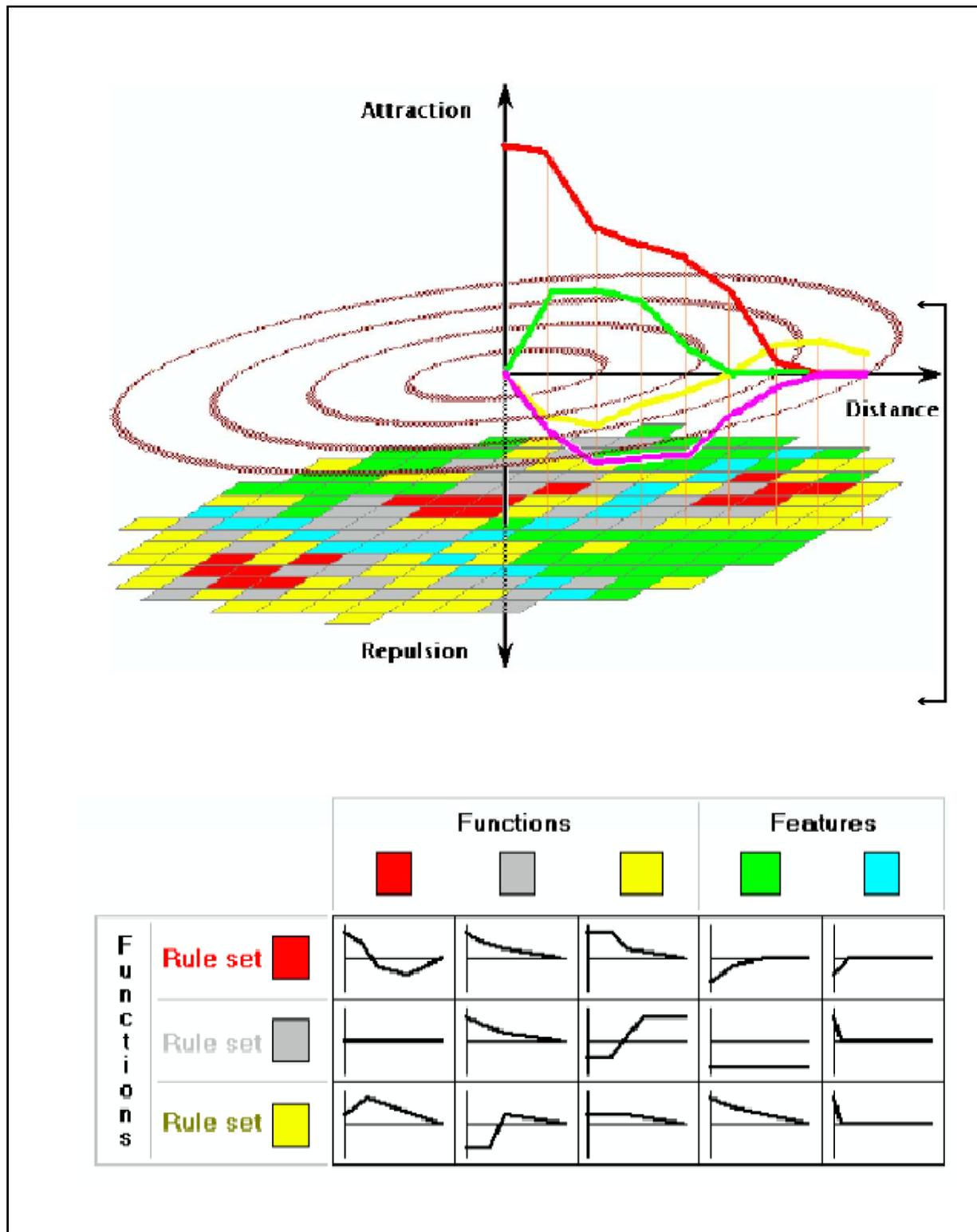


Figure 3.4 : L'environnement du voisinage cellulaire de Moland :
la détermination des effets d'attraction et de répulsion

Source : White et Engelen, 2000

Le calage se fait donc en mode pair afin de déterminer s'il y a attraction et/ou répulsion entre les types d'occupation du sol. Une fois que toutes les cellules sont ajustées en

fonction des relations qu'elles entretiennent (attraction ou répulsion) avec les cellules voisines et avec elles-mêmes parce qu'on admet l'idée qu'un lieu puisse s'influencer lui-même, au même titre que son voisinage d'influence le modèle est exécuté plusieurs fois dans le but d'assurer sa robustesse.

3.2.3.2. Ajustement du facteur Suitability

Caler le facteur suitability $tS_{k,x,y}$ (cf. équation 3) au modèle, c'est introduire en quelque sorte de l'inertie spatiale dans le modèle afin de pouvoir analyser dans quelle mesure celui-ci prend part dans les dynamiques urbaines. En effet, dans le cas de notre zone d'étude où l'on dénote de très fortes inclinaisons des pentes, ce facteur se révèle être très important dans le cadre de l'analyse de son évolution. Pour être calées au modèle, les « suitability maps » sont normalisées à des valeurs situées entre 0 et 1, représentant la probabilité d'apparition d'une cellule à un lieu/endroit plus qu'à un autre. Plus cette valeur est proche de 0, plus la probabilité d'apparition de la cellule dans l'espace cellulaire sera nulle et plus elle sera proche de 1, plus elle aura d'opportunité d'apparaître et d'évoluer dans le voisinage de la cellule (cf. figure 3.3.).

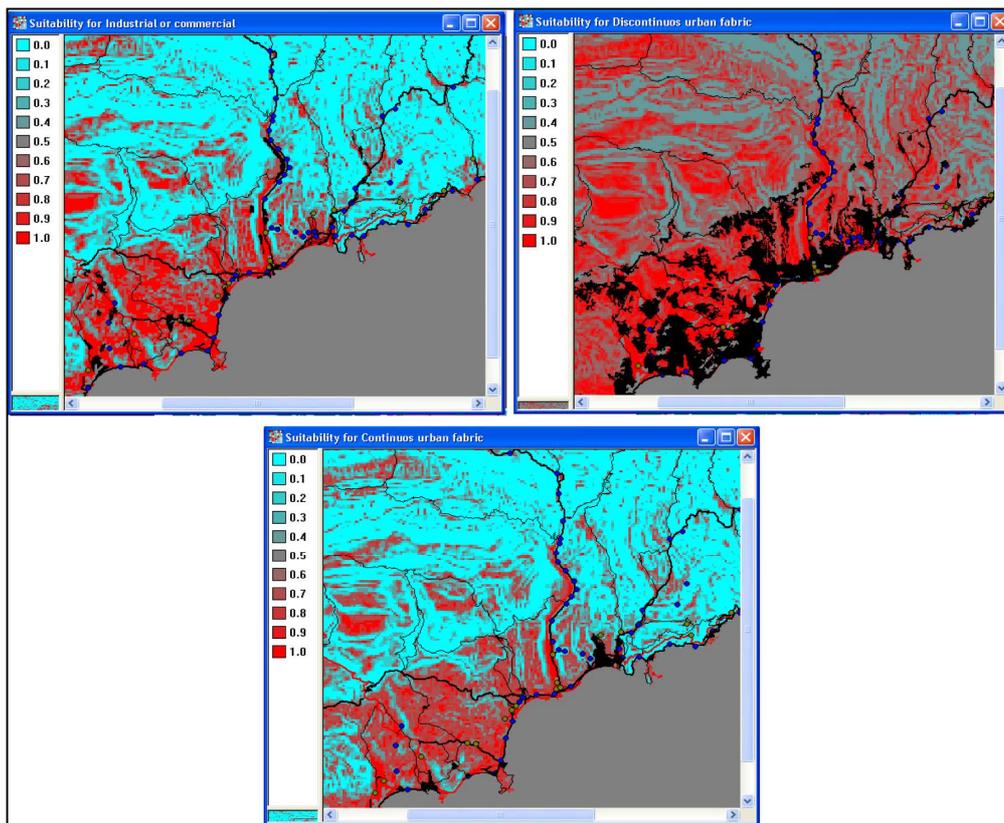


Figure 3.5 : Exemple de carte de *suitability* pour trois classes d'occupation du sol :
(en noir la classe d'occupation du sol, en lignes ou points les réseaux de transport)

3.2.3.3. Ajustement des infrastructures de transport et détermination de l'accessibilité des lieux

Caler le facteur accessibilité, c'est mettre en évidence les interactions probables entre deux lieux. Il est calculé pour chaque classe d'occupation du sol dite active (*continuous or discontinuous urban fabric and industrial or commercial land use classes*) en fonction de chaque type d'infrastructure de transport et de l'effet de la distance.

Dans le processus de calage du facteur accessibilité, deux principaux paramètres sont pris en compte par le modèle : les paramètres de poids du réseau et les paramètres d'accessibilité eux-mêmes. Les paramètres de poids du réseau rangés entre 0 et 1 déterminent l'importance relative de l'accessibilité d'un mode de transport en question pour un usage du sol particulier. Quand ce poids est proche de 0, l'accessibilité est jugée faible, en revanche, plus ce poids est important, c'est-à-dire proche de 1 ou égal à 1, plus l'accessibilité sera bonne et plus l'attraction qu'exerce l'infrastructure de transport sur la classe d'occupation du sol en question est grande. Pour exemple, une ligne TGV serait égale à 0 pour une cellule appartenant à la classe agriculture et égale à 1 pour une cellule appartenant à la classe des activités industrielles et commerciales. Les paramètres d'accessibilité spécifient le fait que les cellules les plus proches du réseau bénéficient d'une forte accessibilité alors que celles éloignées de ce dernier seront caractérisées par une très faible accessibilité. Dans la figure ci-après par exemple, l'accessibilité est calculée à partir des classes *discontinuous urban fabric* et *industrial or commercial land use classes*. Ici, les zones les plus sombres désignent les lieux les moins accessibles qui en l'occurrence se trouvent être les plus éloignés du réseau de transport, en revanche, les zones les plus claires, là où l'accessibilité est optimale, sont celles qui sont plus ou moins proches du réseau.

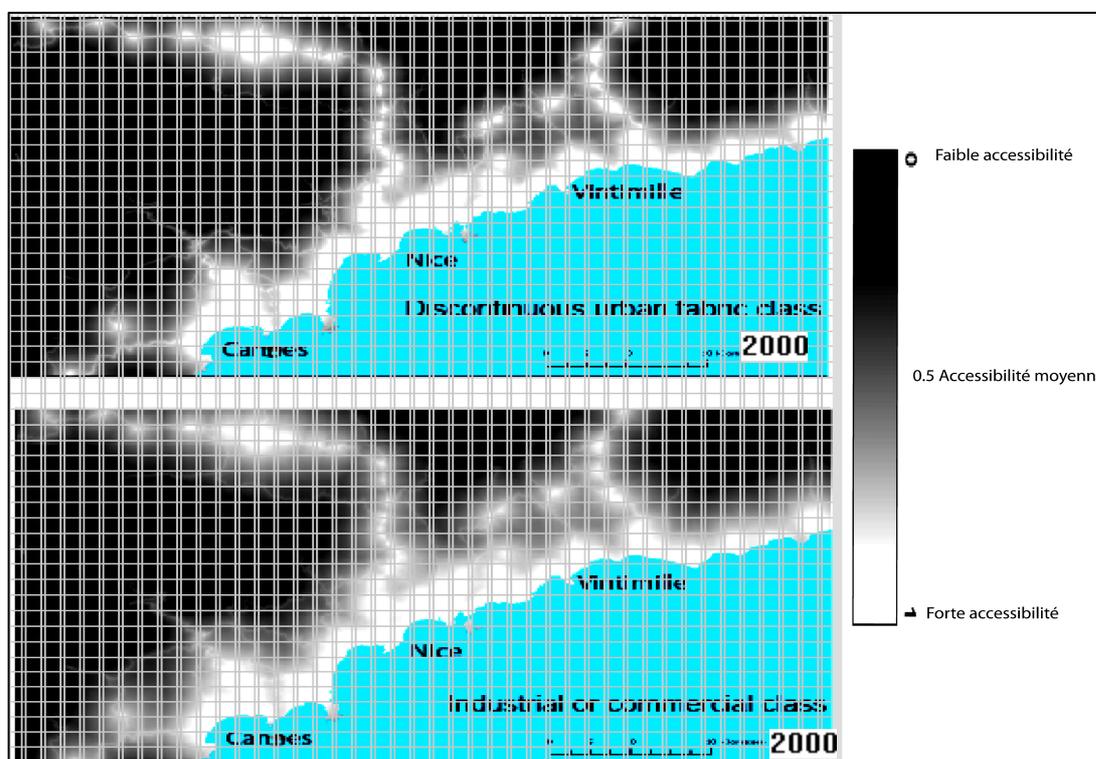


Figure 3.6. : Calage du facteur accessibilité

3.2.3.3. Ajustement du paramètre de perturbation aléatoire α

Le paramètre de perturbation aléatoire conceptualisé dans la figure 3.7 suivant par Benenson et Torrens dans leur ouvrage « Geosimulation : Automata-based modelling of urban phenomena » contrôle le degré de stochasticité du modèle MOLAND. Ce paramètre indiqué par la fonction tV de l'équation de transition (cf. équation 3 du chapitre 2 section 2.3.3.1. de cette deuxième partie) est l'expression de la perturbation stochastique au temps t ; définie par $V=1+(-\ln R)^\alpha$, où ($0 < R < 1$) est une fonction aléatoire uniforme et α est un paramètre autorisant l'ajustement de la taille de la perturbation stochastique. Le paramètre α est indispensable au bon fonctionnement du modèle car sans stochasticité il est impossible de générer des structures d'usage du sol réalistes (cf. figure 3.8) et avec une stochasticité trop élevée, le modèle aura tendance à s'éloigner de la réalité (cf. figure 3.9). Le travail ici consiste donc à ajuster ce paramètre (en faisant tourner plusieurs fois le modèle si nécessaire) de façon à s'approcher le plus possible de la structure réelle des milieux urbains étudiés. Plus largement, ce paramètre détermine (1) le gradient de densité urbain (par exemple, la différence de densité/compacité des cellules urbaines entre le centre des agglomérations et la périphérie/moyen pays/arrière pays), (2) l'émergence de nouveaux pôles urbains/clusters à proximité des infrastructures de transport par exemple et (3) les limites/étendues/surfaces occupées par ces nouveaux pôles/clusters dans l'espace urbain. Dans cette calibration, la valeur de $\alpha = 0.5$ fournit de bons résultats au regard des scores de la simulation (carte observée et carte simulée figure 3.11).

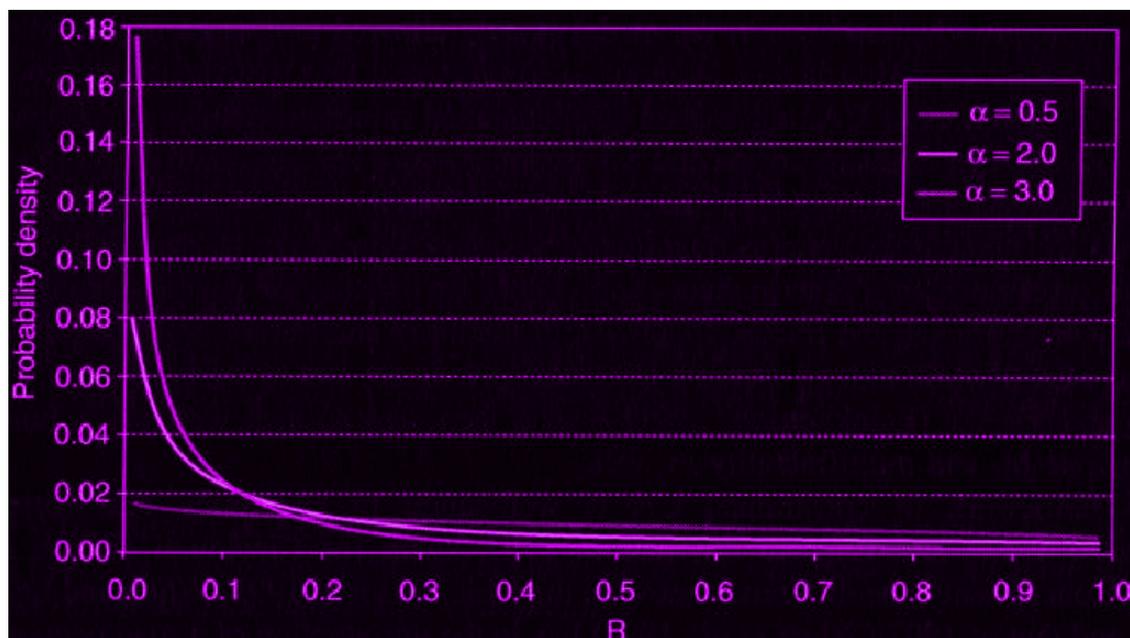


Figure 3.7 : “Distribution of stochastic multiplier of White and Engelen’s transition function for different values of parameter”

Source : Benenson et Torrens, 2004, page 117

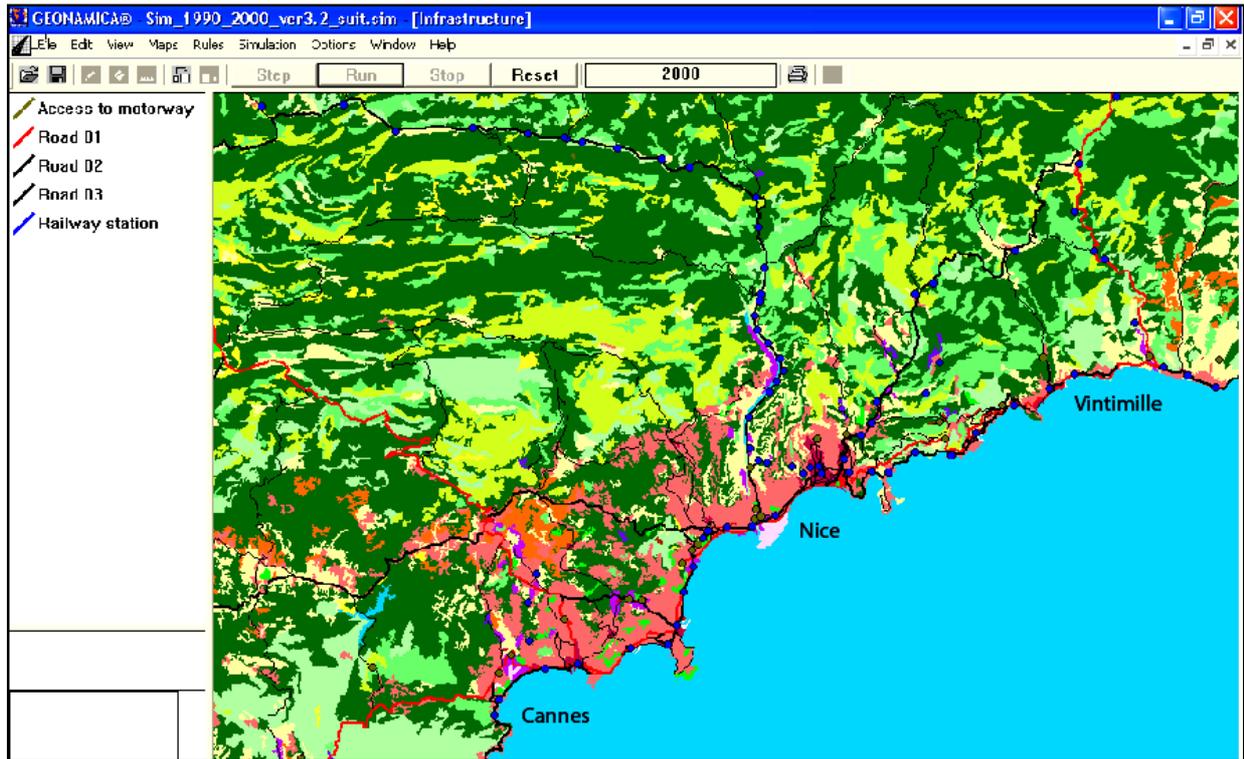


Figure 3.8 : Structures d'usage des sols générées avec une faible stochasticité

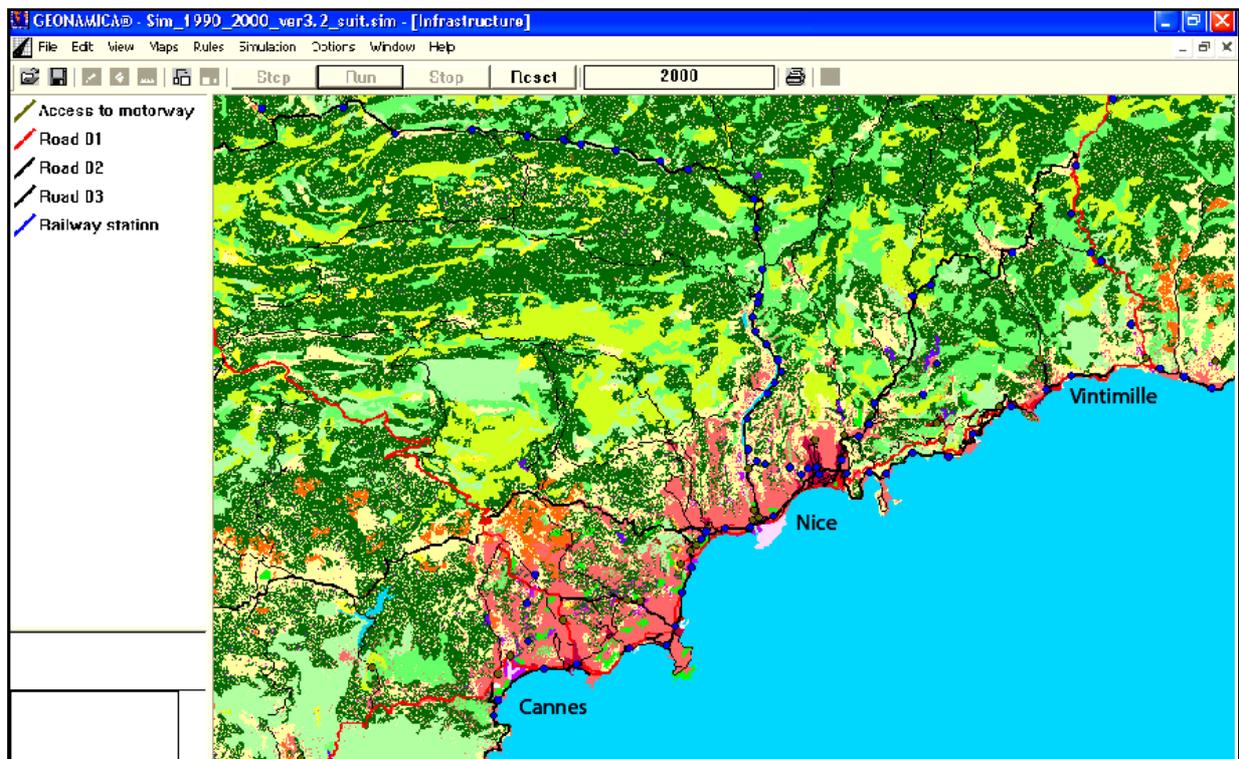


Figure 3.9 : Structures d'usage des sols générées avec une stochasticité exagérée

3.3. Validation du modèle : « Fuzzy Kappa Method »

3.3.1. Description de la méthode Fuzzy Kappa et fondements théoriques

C'est Zadeh qui fut le premier en 1965 à introduire la théorie des ensembles flous (*Fuzzy sets* en anglais) permettant de prendre en compte et de décrire les « vagues d'imprécision » qui subsistent dans le raisonnement humain (Zadeh, 1965). La base de cette théorie est la notion d'imprécision. Celle-ci est directement liée aux données et aux mesures et donc à l'attribut lui-même. Aussi, dans le cadre du traitement de l'information provenant de sources différentes, cette notion ouvre des voies pour traiter et appréhender les limites que comporte inévitablement une source d'information, que les modèles spatiaux rigides, en ignorant les erreurs qui surviennent dans les procédures de mesure, ne sont pas toujours capables d'appréhender. La méthode "Kappa flou" ou "Fuzzy Kappa" est un procédé qui sert à comparer les cartes catégorielles en tenant compte à la fois des relations de proximité et du fait que certaines paires de catégories sont plus semblables que d'autres (Hagen, 2003 ; White, 2006).

3.3.2. Domaine d'application de la méthode Fuzzy Kappa

La théorie des ensembles flous prend une part de plus en plus importante pour les chercheurs qui s'emploient à décrire, expliciter et évaluer le devenir des systèmes complexes dans un temps relativement long (25 à 30 ou plus ans). Nombre d'études, utilisant différents moyens de classification d'images spatiales et spectrales sensibles ont montré que l'application de la méthode Fuzzy Kappa permet de traiter les imprécisions qui se trouvent au niveau des informations et données provenant souvent de sources différentes, et ceci grâce aux fonctions mathématiques et/ou l'algorithme de groupage de la méthode qui assigne plusieurs membres à un pixel représentant différents types d'utilisations des sols, ainsi que d'autres conditions intermédiaires. Cette méthode a également fait l'objet d'applications dans les SIG et plus spécifiquement, dans l'analyse de la propagation des incertitudes qui surviennent pendant les différentes opérations de mise en cohérence des bases de données (Burrough, 1995). C'est à partir de cette méthode que nous allons valider notre modèle.

3.3.3. Validation des résultats de la calibration : la méthode Fuzzy Kappa

Dans le cadre de la validation des modèles dynamiques et spatialement explicites, la méthode *Kappa statistic* (cf. voir le cadre suivant) est l'une des plus reconnue et son intérêt est sans cesse grandissant auprès de la communauté scientifique (Pontius, 2004 ; Shahumyan *et al.*, 2009).

Kappa Statistic equations (Hagen, 2004)

$$K_{Location} = \frac{P(A) - P(E)}{P(\max) - P(E)} \quad \text{Équation (4)}$$

$$K_{hito} = \frac{P(\max) - P(E)}{1 - P(E)} \quad \text{Équation (5)}$$

$$K = K_{hito} * K_{Location} \quad \text{Équation (6)}$$

$$Fuzzy\ Kappa = K_{Fuzzy} = \frac{S - E}{1 - E} \quad \text{Équation (7),}$$

avec E, calculant la similarité attendue pour chaque cellule et S la similarité globale des cellules.

Le premier facteur, K-location (cf. équation 4), est une mesure de la similarité de l'allocation spatiale des catégories de cellules des différentes cartes comparées. Le second facteur, K-histo (cf. équation 5), mesure le degré de similarité des différentes cartes. La fonction Kappa est définie comme le produit de deux facteurs. P(A) représente la fraction de concordance qui est corrigée pour obtenir la fraction de concordance statistiquement prévue à partir des « délocalisations » aléatoires de toutes les cellules dans les cartes. Ainsi, cette concordance prévue se base sur des emplacements aléatoires dans la limite de la distribution observée, c'est P(E).

Les résultats de la calibration indiquent un très bon score de la simulation car la différence entre la carte simulée et la carte observée n'est pas significative. La comparaison entre les données de 1990 et de 2000 permet d'acquérir des connaissances exactes sur l'évolution d'une classe d'occupation du sol donnée entre deux dates (cf. figure 3.10)

Les résultats indiqués dans le tableau 9 pour l'ensemble des périodes sont satisfaisants et indiquent que le modèle correspond à la réelle distribution spatiale des classes d'usage du sol dans l'aire d'étude. Les scores au niveau du Kappa, Klocation, montrent que le modèle peut fidèlement rendre compte de la réalité observée en 2000. Les résultats présentés dans ce tableau 9 sont généralement proches de 1 et de ce fait, montrent que la situation observée en 2000 est presque identique à la situation simulée pour la même période. Ces scores (cf. tableau 9) sont trop élevés et il reste encore difficile d'expliquer pourquoi (Shahumyan, White, et al., 2009). Faut-il y voir là le résultat d'une « sur-calibration » ? ou est-ce simplement une limite de la méthode fuzzy kappa ? Ce qui est une évidence à ce stade de la réflexion c'est que nous disposons maintenant d'un modèle suffisamment robuste et fiable pour être testé dans sa capacité à reproduire de façon pertinente des situations probables et réalistes. L'objectif de la calibration est donc atteint car la similitude entre la carte observée et la carte simulée comme l'indique la figure 3.11 est réaliste.

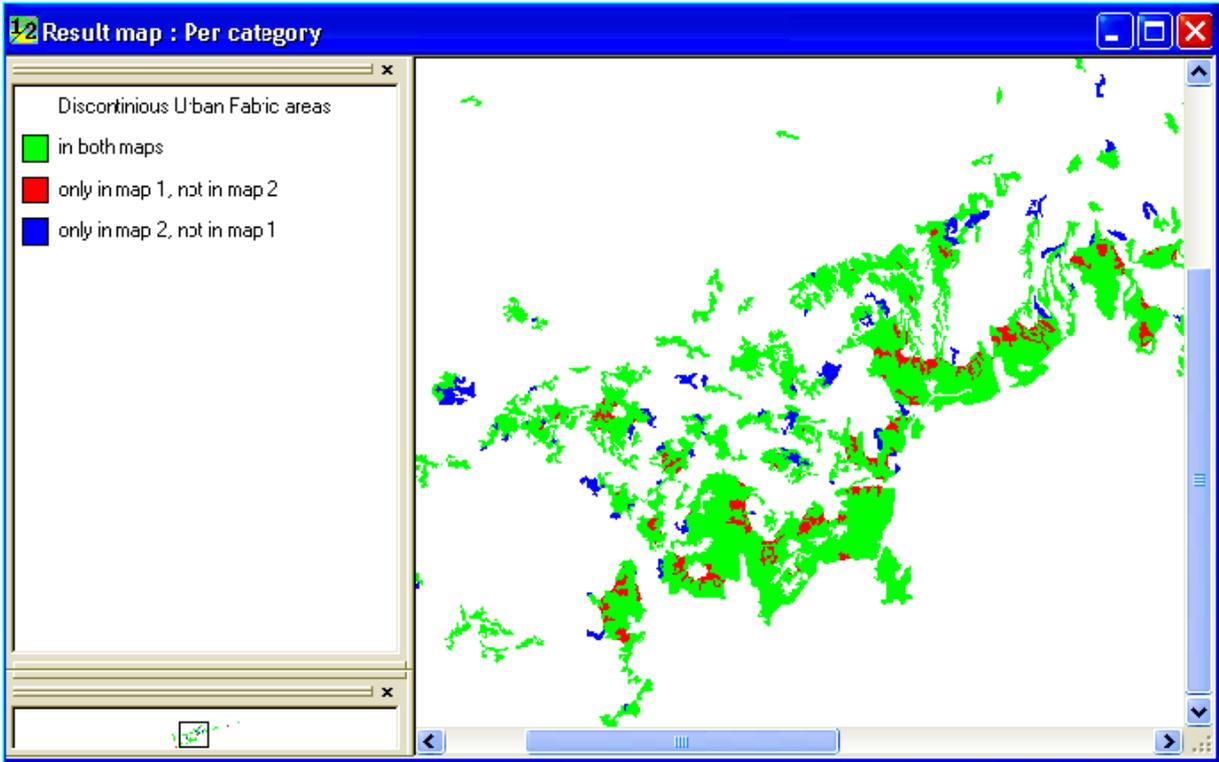


Figure 3.10 : Comparison of simulated and actual location of discontinuous urban fabric, 2000

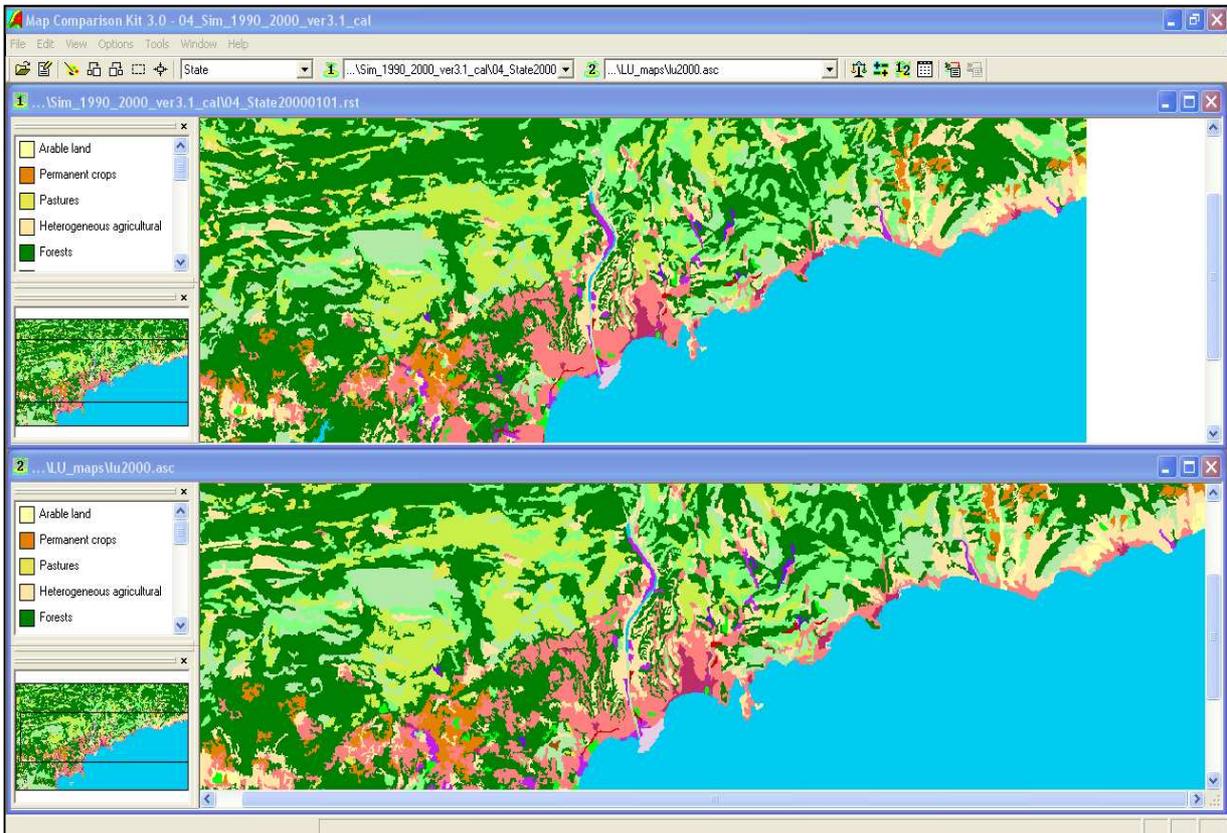


Figure 3.11 : Situation simulée en 2000 et situation réelle en 2000

Tableau 9: Validation globale de la calibration : Fuzzy Kappa comparison method (1990-2000)

	Kappa	Klocation	Khisto
Overall/résultats Globaux de la calibration	0.98	0.99	0.99
Résultats détaillés des catégories du model	Kappa	Klocation	Khisto
Arable land	0.91	0.98	0.93
Permanent crops	0.98	0.99	0.99
Pastures	0.99	0.99	0.99
Heterogeneous agriculture areas	0.94	0.95	0.98
Forest	0.98	0.99	0.98
Natural grassland	0.99	1.00	0.99
Sparsely vegetated area	0.99	0.99	0.99
Shrubland and/or herbaceous vegetation	0.95	0.98	0.96
Continuous urban fabric	0.99	0.99	1.00
Discontinuous urban fabric	0.92	0.92	1.00
Industrial or commercial	0.87	0.87	1.00
Airports	0.97	1.00	0.98
Mineral extraction sites	0.88	1.00	0.88
Dump sites	0.64	1.00	0.64
Green urban areas*	0.89	0.96	0.92
Road and railnetworks and associated land	1.00	1.00	1.00
Port areas	1.00	1.00	1.00
Water bodies*	1.00	1.00	1.00
Sea	1.00	1.00	1.00

Conclusion du chapitre 3

À l'examen de ce chapitre dédié au calage et à l'évaluation des mesures d'ajustement, il semble nécessaire de faire une distinction entre le calage du modèle et la validation du modèle. Le calage se réfère au processus de création d'un modèle de telle sorte qu'il soit cohérent avec les données utilisées pour créer le modèle (Verburg et al, 2006). En revanche, l'objectif de la validation du modèle consiste à en améliorer la robustesse et l'acceptabilité en explorant à partir de méthodes de calcul basées sur la méthode Fuzzy Kappa, les erreurs et les imprécisions liées aux données et/ou mesures d'entrée ou encore, en vérifiant le degré d'influence des paramètres (effet de voisinage, accessibilité et « Suitability ») sur la performance du modèle. Les résultats des kappa statistic trop élevés invitent à une amélioration de la méthode et donc de l'outil MCK (Map Comparison Kit). Mais plus que des outils, c'est la question récurrente de la validation des modèles en général qui émerge aussi au terme de ce chapitre. La question de la validation des modèles demeure en effet un vaste champ de recherche en géographie en général et plus particulièrement en modélisation et simulation.

Par la procédure de calibration, les règles de transition ont été adaptées aux données observées en 2000 en définissant les différents niveaux de paramètres qui reflètent le mieux possible la réalité.

Au final, l'effet de la frontière n'a pas été intégré véritablement dans le modèle, puisqu'aucun paramètre n'a été déterminé en fonction de cela. Il n'en demeure pas moins que les territoires sont tellement différents de part et d'autre de la frontière, que leurs caractéristiques suffisent à intégrer l'effet frontière.

Conclusion de la deuxième partie

Les systèmes socio-économiques du monde réel se développent dans des espaces géographiques avec des *hétérogénéités* et des *idiosyncrasies* à tous les niveaux de détail et sont formés par des processus d'interactions qui se logent à différentes échelles de l'espace géographique (Wolfram, 1994 ; Couclelis, 1988). Dans le cadre de la modélisation et de la simulation, certains de ces systèmes obéissent à des logiques « micros » et se situent ainsi dans le périmètre de l'espace cellulaire tandis que d'autres sont au-delà de l'espace cellulaire du système modélisé car obéissant à des logiques « macros ». Aussi, les modèles basés sur les automates cellulaires ayant pour but de représenter les systèmes spatiaux de manière authentique, doivent s'accommoder de ces aspects de la réalité. C'est dans ce contexte qu'il faut replacer cette partie plus mathématique et technique que la précédente mais, tout aussi méthodologique car, il y a été discuté et développé les voies que peuvent emprunter les modèles basés sur les automates cellulaires pour incorporer des processus d'interactions spatiales aboutissant à reproduire fidèlement la structure et le fonctionnement réel de l'espace transfrontalier franco-italo-monégasque.

Ces dernières années ont été marquées par un intérêt croissant pour l'exploration de nouvelles méthodes consacrées à l'analyse des incertitudes dans la perspective d'offrir une alternative à l'analyse d'erreurs subsistant dans les données et mesures d'entrée. Parmi ces méthodes, se distingue la théorie des ensembles flous. Ainsi, le fait de combiner le modèle Moland et la méthode des ensembles flous « Fuzzy Kappa » à travers l'utilisation du modèle MCK offre plusieurs avantages. Cette démarche permet d'abord de mieux localiser les erreurs produites et les omissions lors de l'étape du calage et ainsi de les corriger. Ensuite, ce couplage est une occasion d'identifier les écarts entre les résultats de la simulation et la réalité observée. Enfin, il permet de produire une simulation la plus proche possible de la réalité et de connaître la valeur de chaque cellule ainsi que les interdépendances dans le cadre des relations de voisinage. L'objectif de l'utilisation des méthodes de calcul basées sur la théorie des ensembles flous est de répartir le risque que nous assumons lorsque nous utilisons les sorties obtenues avec l'analyse des résultats d'un modèle donné dans un processus de décision. Ce type d'analyse est nécessaire pour les approches de scénarios essayant d'explorer les chemins futurs qui sont impossibles à valider complètement (Verburg *et al*, 2006a).

Dans les deux premières parties de cette étude, nous avons posé les jalons servant à définir de façon pragmatique « l'horizon du connu » du territoire transfrontalier franco-italo-monégasque en édifiant de nouvelles bases de connaissances, soit à partir de la méthode du diagnostic spatial transfrontalier - un exercice qui s'est efforcé de montrer forces, faiblesses et opportunités réelles de développement de cet espace - soit par l'étape du calage et de la validation du modèle Moland qui a permis l'acquisition de nouvelles données et par voie de conséquence, la consolidation des connaissances sur le fonctionnement du territoire transfrontalier. Dans la dernière partie, il s'agira de prédire « l'horizon de l'inconnu » à travers une approche de prospective territoriale. Cet « horizon de l'inconnu » se doit d'être bien illustré afin d'apporter la dernière pierre à l'édifice d'une recherche qui a pour vocation

première de décrire les différentes explorations qui devront impérativement être “efficacement” menées pour expliquer les changements intervenus en termes d’organisation des territoires étudiés. À ce titre, il semble, à la lecture des retours d’expérience sur les effets TGV, que l’approche prospective soit la seule voie scientifique convaincante et pertinente pour appréhender et illustrer les possibles impacts territoriaux d’un projet dont l’évolution dans le débat politique, tout dernièrement, semble interdire toute forme de certitude.

PARTIE 3 : Scénarios géoprospectifs et simulation spatiale : Intégrer l'occupation du sol et le réseau de transport dans la modélisation d'un système complexe

La pensée, on l'oublie trop souvent, est un art, c'est-à-dire un jeu de précision et d'imprécision, de flou et de rigueur. (Morin, 1990).

Introduction

Il est particulièrement difficile, voire impossible de prédire avec exactitude le devenir d'un territoire à un horizon plus ou moins lointain, notamment quand celui-ci est un espace transfrontalier où les hétérogénéités sont plus criantes que sur un territoire non frontalier, beaucoup plus homogène. Aussi, ce qui attire l'attention à la lecture de cette partie, c'est certainement la difficulté pour le chercheur de s'adonner à l'exercice géoprospectif. Cette difficulté s'accroît dans notre cas du fait de l'absence d'informations statistiques harmonisées de part et d'autre de la frontière, informations qui s'avèrent nécessaires pour évaluer le degré de confiance à accorder aux différents facteurs à introduire dans le modèle. Elle s'accroît également au contact d'incertitudes (localisation des gares TGV par exemple, ou date de mise en service de la ligne, 2020 ? ou 2023 ?) tournant autour de la réalisation du projet LGV PACA.

Dans un tel contexte, l'exercice de la prospective vs Géoprospective ici se présente comme une tâche particulièrement délicate et complexe dans sa réalisation. Mais, faut-il pour autant renoncer à cet exercice ? À l'évidence non, car si l'on se réfère aux résultats issus de la modélisation et de la simulation, même s'ils sont loin d'être la réalité, ils s'en approchent néanmoins et apparaissent, en l'occurrence, comme de nouvelles bases de connaissances pour la compréhension des processus complexes d'urbanisation future de l'espace transfrontalier franco-italien. Par conséquent, l'exercice géoprospectif à travers la modélisation et la simulation, est considéré dans cette recherche comme l'occasion d'ouvrir les champs des futurs possibles dans le cadre de l'aménagement de l'espace transfrontalier à l'horizon 2020-2040. Par ailleurs, les résultats issus de la modélisation, dans un contexte de concertation publique, peuvent constituer de nouvelles bases de connaissances pour l'aide à la décision. L'objectif d'aide à la décision prend tout son sens à l'heure où aménagement durable des territoires implique nécessairement protection de l'environnement.

La démarche de géoprospective territoriale permet de se projeter dans l'avenir et d'imaginer le devenir de l'occupation du sol des espaces à un horizon plus ou moins lointain. L'idée de se projeter dans le futur est d'ailleurs conforme aux recommandations des documents et ou lois d'aménagement des territoires (SRU, LOADDT), qui considèrent *l'exercice prospectif comme une nécessité dans la gestion des territoires*. En effet, ces documents insistent en grande partie sur *l'idée de projet* en admettant au préalable que *c'est en connaissant ce vers quoi l'on veut tendre demain que l'on peut aujourd'hui prévoir et réglementer*. C'est ici le point de départ pour bon nombre de scientifiques ayant comme angle d'attaque, la prospective. Aussi, pour répondre aux exigences de l'exercice prévisionnel, les scénarios géoprospectifs proposés dans cette recherche, tous confondus, s'appuient sur la méthode consistant à prendre en compte l'évolution passée et présente du territoire pour prédire ses dynamiques futures. La mise en œuvre de cette démarche, au moyen d'un automate cellulaire (Moland-Model) permet d'offrir d'une part une vision diachronique de

l'évolution de l'occupation du sol de l'espace transfrontalier franco-italien, et d'autre part des images de son futur en termes de développement urbain et d'accessibilité. Trois chapitres sont proposés dans cette partie.

Dans le premier chapitre, sont déclinés les fondamentaux de la démarche de géoprospective territoriale. Ici, est mise en évidence toute la difficulté quant à l'application de cette démarche. Dans le même chapitre, un éclairage constant est apporté quant à l'élaboration des hypothèses et la construction des scénarios géoprospectifs qui se résument aisément en deux grandes familles. La première propose une image du territoire à l'horizon 2040, il s'agit du scénario tendanciel appelé aussi *Business As Usual* (BAU). La seconde, visualise des dynamiques spatiales dans un contexte de ligne à grande vitesse. Autour de cette dernière famille de scénarios s'articulent deux sous-scénarios. Le premier part de la localisation des possibles gares TGV en centre des agglomérations, et le second s'appuie sur une localisation des futures gares TGV en périphérie urbaine.

Dans le second chapitre, sont simulées et visualisées les dynamiques urbaines, sur la base de l'occupation du sol. À partir de là, et dans le cadre de l'occupation du sol des systèmes urbains transfrontaliers, nous sommes en mesure de proposer des réponses aux multiples questions qui ont jalonné notre cheminement : quels sont les espaces qui seront les plus dynamiques en 2040 dans un contexte de ligne à grande vitesse ou en son absence ? Pourquoi particulièrement ces lieux et pas d'autres ? Quelles sont les entrées du modèle qui ont le plus déterminé la trajectoire de ces espaces urbains ? En dehors du modèle, quels autres facteurs (non inclus dans le modèle) pourraient expliquer ces dynamiques ?

Enfin, dans un dernier et troisième chapitre, nous insistons sur les conséquences du TGV sur l'accessibilité des lieux en général, et sur le nombre de personnes qui, grâce à la nouvelle infrastructure, devraient ou non être affectées par les limites/contours des isochrones des cartes d'accessibilité. Parallèlement, nous soumettons trois méthodes destinées à valider les résultats issus des scénarios. Une première qui consiste à confronter ces résultats et des documents d'aménagements ou autres études prospectives réalisées sur l'aire d'étude. Une seconde méthode qui consiste à comparer ces mêmes résultats aux différentes tendances déjà mises en évidence dans l'étape du diagnostic spatial. Et une troisième et dernière méthode, plus quantitative, qui consiste à mesurer le degré de validité des résultats des scénarios géoprospectifs à partir de la méthode Fuzzy Kappa.

Chapitre 1. Détermination des hypothèses et construction de scénarios géoprospectifs

1.1. Prospective et géoprospective territoriale

1.1.1. La prospective : définition et méthodes

La prospective est une démarche qui s'appuie sur un ensemble de techniques à l'image de la modélisation et de la simulation. Elle est destinée à éclairer les décideurs et les gestionnaires des territoires, à la fois sur les futurs possibles et sur les conséquences que peuvent avoir leurs actions et décisions sur le devenir des espaces (DATAR, 1971, 1975). Des définitions attribuées à la notion de prospective durant les dernières décennies font également référence à cette relation nécessaire à la décision. C'est le cas de Hatem (1993) pour qui la prospective est un regard sur l'action destiné à éclairer l'action présente ; elle se présente pour Godet, (1997a, 1997b) comme le panorama des futurs possibles d'un système qui doit mettre en lumière les conséquences des actions sur le devenir du système lui-même. La prospective consiste aussi à considérer une multitude d'éléments d'appréciation qualitatifs et à la fois quantitatifs concernant l'avenir et qui permettent de prendre des décisions justes.

Au final, les objectifs de la prospective sont bien saisis dans les travaux de De Jouvenel (1999) qui souligne que la prospective n'a pas pour objet de prédire l'avenir, encore moins de le dévoiler, mais d'aider à le construire, à le faire et à le bâtir.

D'une manière générale, quatre méthodes caractérisent les exercices de prospective. Il s'agit : (1) de *l'analyse structurelle* qui consiste à construire un système d'équations représentant le fonctionnement d'un système complexe. L'analyse structurelle a par essence un caractère systémique car elle identifie à la fois les composantes du système ainsi que les conséquences que les différentes relations entre ces composantes peuvent avoir sur les évolutions du système (Forrester, 1961, 1969 ; Meadows 1972). (2) *La consultation d'experts*, qui s'applique à interroger des experts sur des questions fermées concernant l'avenir. À partir des réponses tirées des enquêtes, les solutions sont de nouveau présentées aux mêmes experts qui, soit valident, soit rejettent, les solutions proposées (Hatem, 1993), (3) Plus qu'une méthode de prospective, *la méthode des impacts croisés* (Godet, 1997a) est une technique au service d'une réflexion prospective car elle permet d'évaluer la probabilité qu'un phénomène émerge à la suite d'un changement survenu dans le système (Forrester, 1969). (4) La méthode des scénarios est définie comme étant un moyen de visualiser des futurs possibles et probables (DATAR, 1971). Cette méthode vise à mettre en lumière, d'une part les tendances lourdes *l'ensemble des structures et des comportements qui ont peu de chance de se transformer dans la période qui est l'objet du travail de prospective*, et d'autre part les facteurs de changement *tous les indices plus ou moins importants qui permettent de repérer des transformations possibles vers un état nouveau ou des états nouveaux*. Notons que les différentes méthodes de l'exercice de la prospective existantes et connues ne sont pas indépendantes les unes des autres, mais font très souvent l'objet de couplage.

1.1.2. La géoprospective territoriale

Les avancées de la connaissance sur le fonctionnement des systèmes complexes sont allées de pair avec la conception de méthodologies nouvelles, de modèles dédiés à telle résolution de problèmes, couplés au sein de « plateforme » conçues et utilisées par des spécialistes. Mais, ces outils d'aide à la décision restent du ressort de l'expert et ne sont accessibles qu'à un petit nombre d'initiés.

Les ingénieurs territoriaux qui élaborent un Plan Local d'Urbanisme (PLU), une carte communale ou bien un Schéma de Cohérence Territoriale (SCOT) se trouvent confrontés à la nécessité d'anticiper les devenirs possibles de leur territoire afin de choisir la « politique » d'aménagement à appliquée au territoire.

La démarche habituelle consiste à s'appuyer sur le diagnostic territorial, mais ce dernier se présente encore trop souvent comme un ensemble d'études sectorielles, où les prévisions de croissance de population et d'occupation sont déterminées à partir d'hypothèse de croissance non spatialisée et sans prise en compte de l'interaction spatiale. De même, les espaces à enjeux, *i.e* les espaces qui doivent être prioritairement transformés, préservés ou valorisés, sont fixés dans leur grande ligne, à partir des conclusions du diagnostic. Aucune simulation spatiale ne vient assister le décideur dans ses choix. La prospective reste empirique et imprécise alors que le zonage, lui, se doit de circonscrire à l'échelle de cadastre, les préconisations retenues.

La géoprospective territoriale est très peu pratiquée si ce n'est méconnue. Sa finalité est comme dans la prospective territoriale, de connaître et prévoir pour organiser et décider, mais sa spécificité est d'anticiper le devenir d'un territoire, par la compréhension de ses dynamiques spatiales et de spatialiser, à moyenne et grande échelle, les scénarios d'évolution, les préconisations d'aménagement et leurs impacts spatiaux. La géoprospective ne peut donc se concevoir sans modélisation spatiale et sans simulation des scénarios (Voiron-Canicio, 2006).

Dans son dictionnaire de la géographie, Roget Brunet (Brunet *et al.*, 1992) indique que « la méthode des scénarios [...] participe des modèles de simulation. Elle est une des entrées commodes de la prospective en économie, en aménagement du territoire ». Brunet lui-même définit un scénario comme une « méthode d'anticipation poussant à bout les conséquences logiques d'hypothèses ou de tendances préalables, sous des contraintes imposées ou contrastées ; ou au contraire, imaginant les conséquences d'un infléchissement, d'une nouvelle stratégie ». Aussi, cette définition vient conforter l'idée selon laquelle un scénario doit pouvoir représenter une certaine vision du futur avec une large possibilité pour le chercheur de solliciter son imagination (en proposant différents scénarios) avec la possibilité de modéliser les conséquences d'un événement qui s'est déjà produit, ou qui va se produire, dans un horizon spatio-temporel qu'il doit lui-même déterminer.

La démarche de géoprospective territoriale que nous adoptons ici intègre les transports et l'occupation du sol dans la modélisation et la simulation spatiale par automates cellulaires pour percevoir les futurs possible d'un territoire en devenir.

1.2. Hypothèses et scénarios géoprospectifs : comment construire les trajectoires possibles de l'occupation du sol d'un territoire pour 2040 ?

1.2.1. (par) Une approche rigoureuse de la modélisation

Différentes étapes sont observées dans notre approche de la modélisation géoprospective. La première étape (cf. figure 1.1 de couleur noire) fait référence au diagnostic spatial qui a permis de comprendre le fonctionnement complexe de l'espace transfrontalier franco-italien. La connaissance des impacts territoriaux de l'infrastructure grande vitesse facilite la construction des différentes hypothèses de recherche. Dans un deuxième temps, survient la démarche de la collecte de l'information et de l'harmonisation des données spatiales. Lors de cette phase cruciale, des thématiques majeures à l'image de l'occupation des sols, de *suitability* et d'infrastructures de transport sont retenues comme entrées principales pour participer à l'éclairage du devenir possible de ce territoire.

La seconde étape est la modélisation (cf. figure 1.1 de couleur rouge). À l'occasion de cette étape, les inputs du modèle, ainsi que la règle générale de transition sont calés à l'aire d'étude. C'est ici, (cf. figure 1.1 de couleur verte), que sont déclinés les scénarios futurs d'occupation du sol. Trois grands scénarios sont développés dans cette recherche. Le premier est le scénario tendanciel nommé également "Business As usual" et les deux autres scénarios intègrent l'infrastructure grande vitesse avec des localisations différentes des gares TGV (gares centrales et gares périurbaines).

Les sorties du modèle (cf. figure 1.1 de couleur bleue) fournissent des informations spatiales inédites en termes d'urbanisation et d'accessibilité.

Dans la dernière étape, le modèle est validé, d'une part avec l'utilisation de la méthode fuzzy Kappa et d'autre part, en comparaison avec les résultats du diagnostic spatial (cf. figure 1.1 de couleur marron) et avec d'autres informations socio-économiques dont nous disposons.

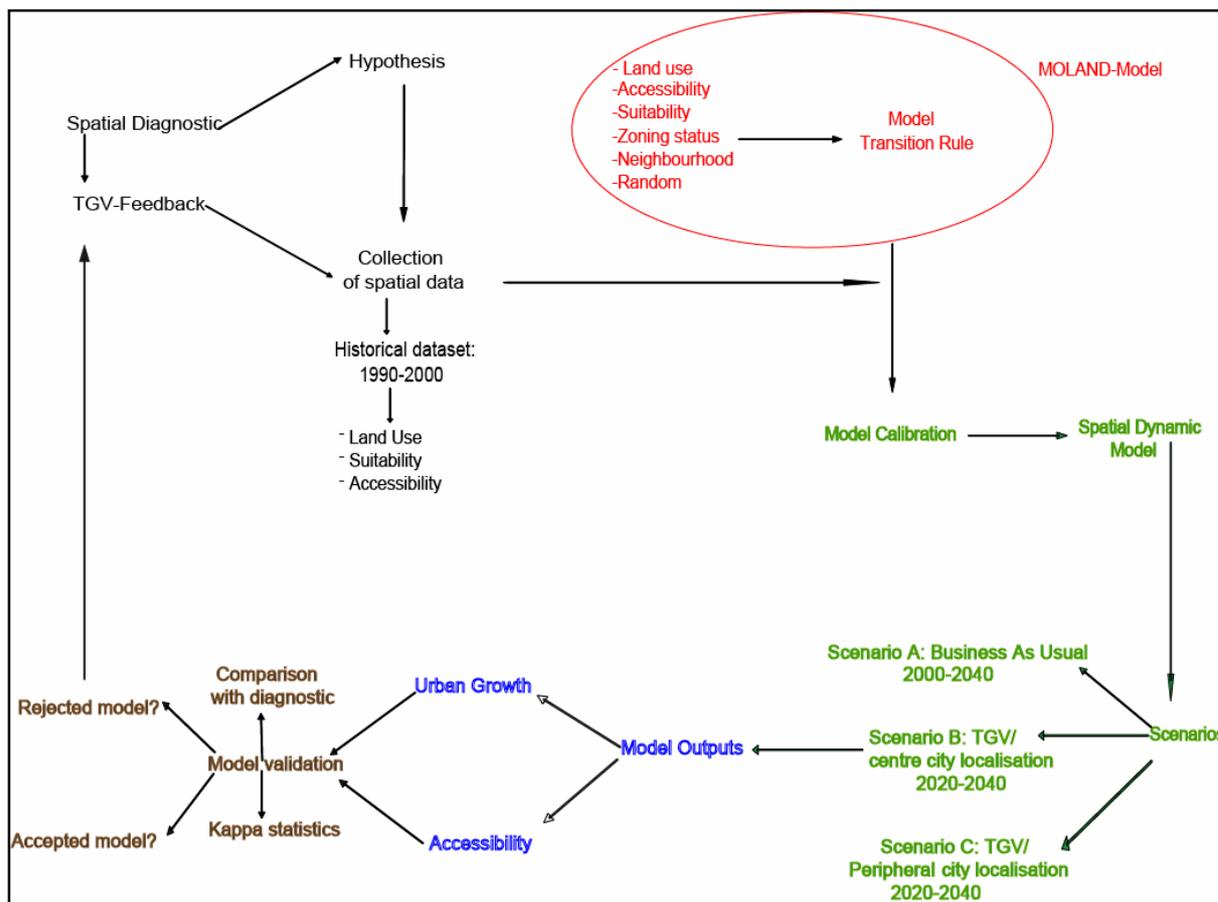


Figure 1.1 : Démarche globale de modélisation géoprospectifs

1.2.2. Descriptions des hypothèses et qualification des scénarios géoprospectifs

1.2.1.1. Scénario A : la poursuite des tendances, période [2000-2040]

Dans cette famille de scénarios, nous distinguons trois sous-scénarios : le scénario tendanciel haut, le scénario tendanciel central et le scénario tendanciel bas. Chacun de ces scénarios s'appuie sur des hypothèses basées sur les résultats du diagnostic spatial et sur la connaissance du vécu/terrain. Après analyse de ces différents scénarios, le scénario le plus probable, c'est-à-dire celui qui correspond le plus à la réalité, est isolé afin de servir de base à la construction du scénario LGV PACA.

○ Caractéristique du scénario tendanciel haut

Dans cette forme de scénario, on assume l'hypothèse selon laquelle tous les dysfonctionnements qui ont eu lieu entre la période 1970-2000 seront reproduits de la même manière jusqu'en 2040. Autrement dit, au niveau de l'urbanisation, l'habitat est dispersé et l'étalement urbain continue à s'étendre autour des espaces naturels et agricoles. Les documents d'aménagement à l'image de la DTA du côté français et des *piani regolatori* ou du *PTCP (Piano Territoriale di Coordinazione del Paesaggio)* du côté italien ne sont pas appliqués et leur efficacité est remise en cause, mettant ainsi en évidence une absence notoire

de politiques volontaristes pour la protection des espaces naturels et agricoles. Dans cette configuration, toute forme de décision devant régler la croissance urbaine semble ne pas exister. Au niveau de l'accessibilité, ce territoire reste isolé, comme en 2000, du reste de l'Europe du fait du réseau de transports saturé et notamment de l'absence d'infrastructure de transport à l'image d'une ligne à grande vitesse pouvant jouer un rôle d'équilibre. Ce scénario tendanciel haut est considéré comme un scénario de l'impossible car tout se passe comme si le territoire pouvait encore supporter le même rythme d'urbanisation que celui des 30 dernières années comme l'indique la figure 1.2, ci-dessous.

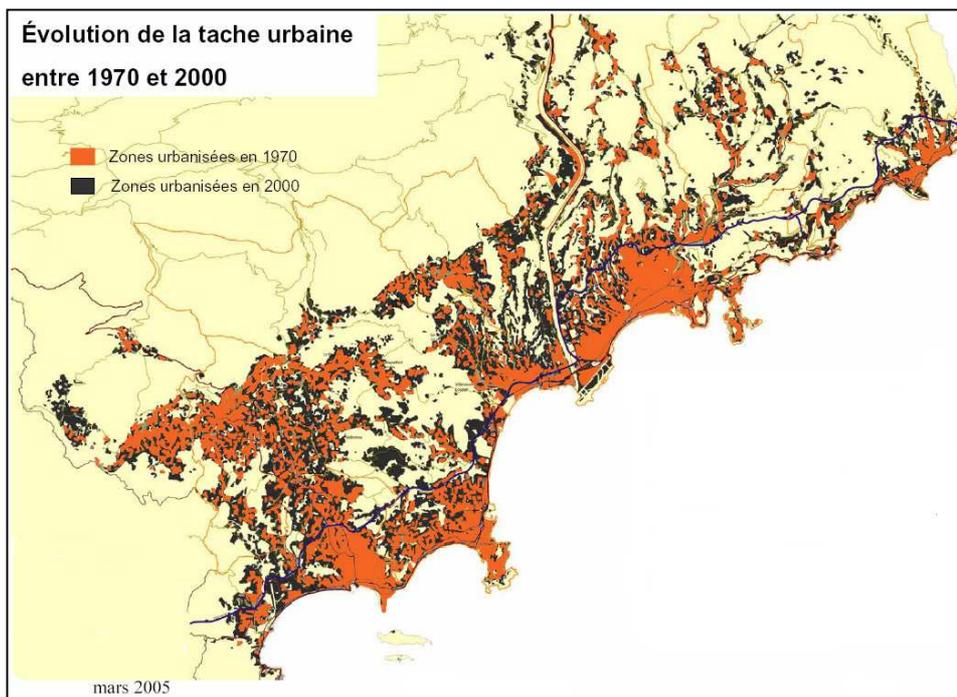


Figure 1.2 : Evolution de la tache urbaine entre 1970 et 2000

Source : ADAAM, 2002

o Caractéristique du scénario tendanciel bas

Le scénario tendanciel bas s'appuie sur l'hypothèse d'un quasi « *statu quo* » du territoire transfrontalier qui, au regard de l'urbanisation anarchique qui s'est effectuée entre 1970 et 2000, tire des leçons du passé et ne propose pas d'évolution de l'occupation du sol. Ce qui domine dans ce scénario est une prise de conscience de la fragilité de l'environnement. De cette sensibilisation découlent des options d'aménagement visant à écarter toute action politique prônant « plus de développement urbain ». Ce scénario se situe dans le champ de l'impossible dans la mesure où il existe une réelle difficulté de concilier les deux orientations futures possibles : (1) protection de l'environnement avec une croissance urbaine freinée et (2) ouverture de la région à l'Europe avec à la clef une attractivité urbaine.

- o Caractéristique du scénario tendanciel central

Si les deux premiers scénarios tendanciels sont caractéristiques d'une certaine vision « extrémiste » - s'il est permis de s'exprimer ainsi - de l'avenir de l'occupation du sol de l'espace transfrontalier franco-italien en 2040, le scénario tendanciel central lui, se situant en marge de ces deux extrêmes, se veut moins alarmiste, et par voie de conséquence, plus proche de la réalité. Dans ce scénario central donc, est assumée l'hypothèse selon laquelle l'évolution de l'occupation du sol entre 1970 et 2000 (cf. figure 1.2) ne se reproduira plus, du fait d'une réserve foncière de plus en plus limitée, des exigences du développement durable et des actions de protection de l'environnement qui prennent de l'ampleur, ainsi que de la baisse constante des permis de construction au niveau des logements individuels, tout comme des logements collectifs dans les Alpes-Maritimes (cf. figure 1). Aussi, au lieu de se baser sur une évolution du territoire à partir de 1970, ce scénario propose, pour rester le plus réaliste possible, de considérer comme période de référence, 1990 - 2000 (cf. figure 1.3) pour "prédire" l'occupation du sol de cet espace à l'horizon 2040.

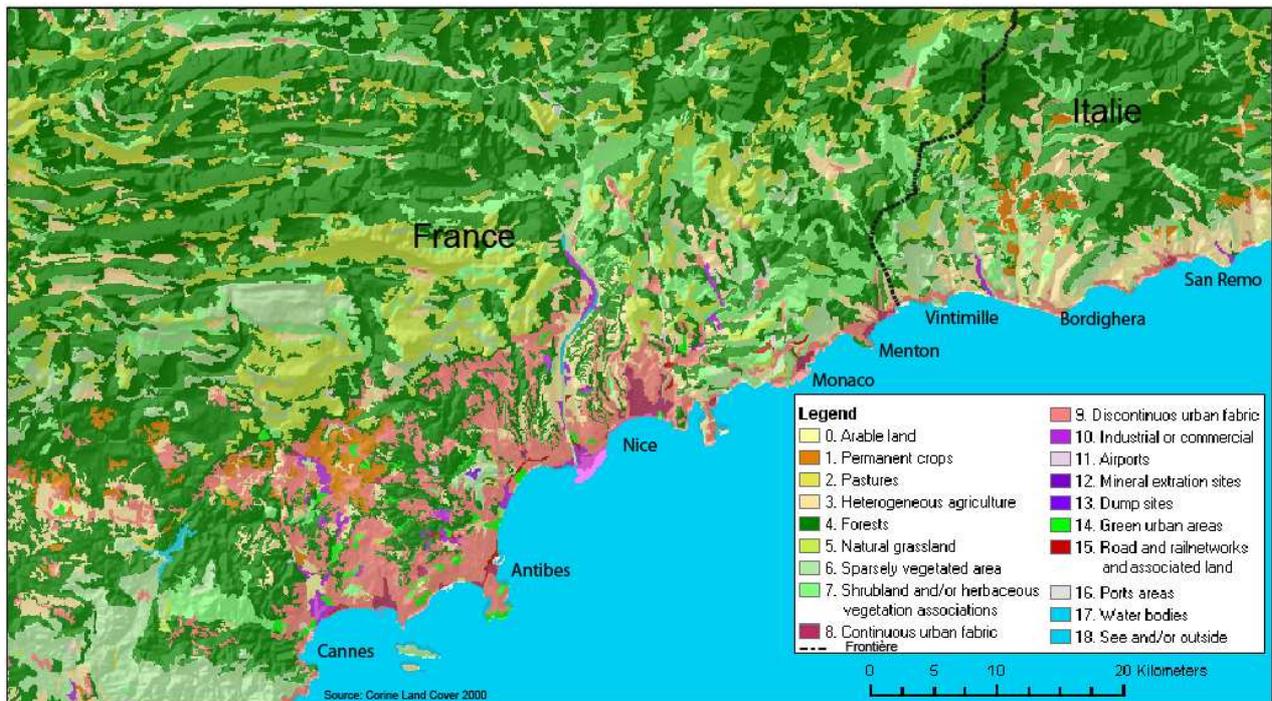


Figure 1.3 : L'occupation du sol de l'aire d'étude entre 1990 et 2000

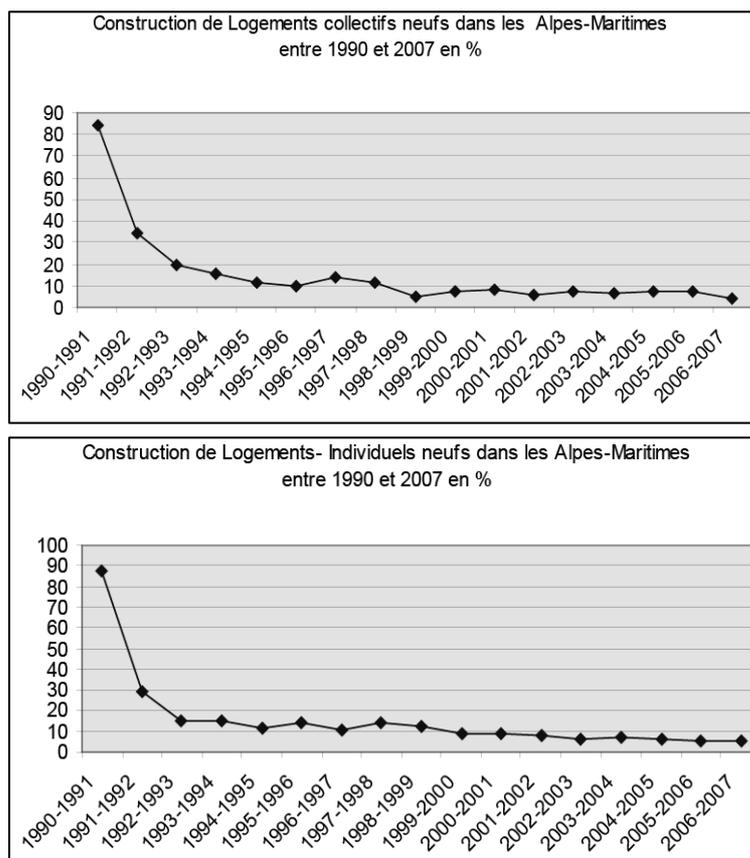


Figure 1.4 : Evolution du parc de logements neufs construits dans les Alpes-Maritimes en pourcentage du nombre total de permis de construire autorisés.

Source : SITADEL 2008

À l'examen de la présentation des différents scénarios tendanciels, le scénario tendanciel central apparaît comme le plus probable parce qu'il intègre le fait que le territoire devrait subir des changements et que ces changements vont forcément entraîner une demande en termes d'occupation du sol.

1.2.1.2. Scénario B : le scénario LGV PACA ou la mise en évidence de "l'effet stimulant" du TGV

On admet, à l'amont de toute hypothèse, qu'il n'existe pas d'effets mécaniques du TGV sur le développement des territoires et que par voie de conséquence, la LGV PACA, comme toute autre infrastructure lourde de communication (aéroport, autoroute, port...), ne pourrait à elle seule être à l'origine de changements devant survenir dans l'espace transfrontalier franco-italo-monégasque, après sa mise en service. Comme nous avons pu le montrer dans le chapitre traitant du TGV et des effets structurants des transports en général (cf. partie 1), si le territoire desservi ne dispose pas d'atouts préalables (croissance urbaine, tourisme et économie résidentielle, attractivité, etc.) susceptibles d'être amplifiés par les avantages qu'entraîne dans son sillage la grande vitesse ferroviaire, les effets du TGV seront

loin d'être massifs. C'est riche de cet enseignement que dans ce scénario B, l'infrastructure grande vitesse est perçue seulement comme un accélérateur des dynamiques urbaines, et non comme créateur de celle-ci. La figure 1.5 schématise sommairement, mais tout aussi justement, cette idée que l'infrastructure grande vitesse n'est pas la source des changements mais seulement un élément qui le stimule.

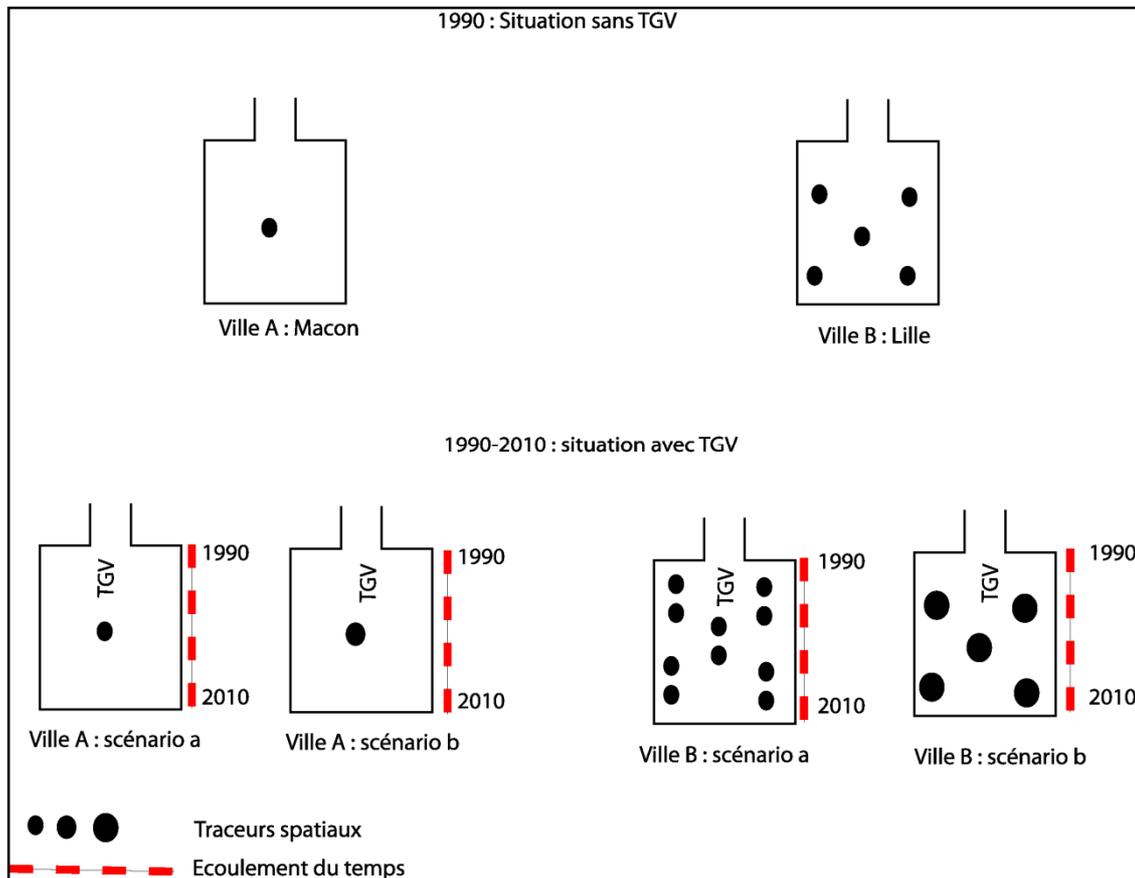


Figure 1.5 : Schématisation des effets stimulants du TGV

Sur cette même figure 1.5, on peut constater que deux villes différentes (ville A et ville B) sont desservies dans le même temps par le TGV. Nommons la Ville A Mâcon et la Ville B Lille. Du fait des atouts de Lille que nous connaissons - ville attractive, carrefour européen, capitale européenne en 2004, siège d'entreprises nationales et internationales, etc. - les effets du TGV apparaissent plus massifs. Tous scénarios confondus donc (cf. figure 1.5 scénario a et b), cette ville semble bien tirer profit du TGV. En revanche, la ville de Mâcon (moins attractive que Lille), semble n'être affectée que faiblement par le TGV, si l'on observe les différents scénarios. L'explication en est simple. Vingt ans après, le TGV n'a pas transformé Mâcon en une nouvelle « Lille », tout simplement parce que la ville ne dispose pas d'existants similaires, c'est-à-dire des mêmes atouts que Lille.

Dans le cas de l'espace transfrontalier franco-italien, l'hypothèse de fond considère que l'arrivée de la LGV PACA dans l'espace transfrontalier franco-italien à partir de 2020

devrait amplifier/influencer le phénomène de croissance urbaine d'une part, et d'autre part améliorer grandement l'accessibilité de cette zone transfrontalière qui est encore un territoire de marge au sein de l'Europe. Le tableau suivant est un condensé des différents scénarios possibles en 2040 dans le cadre d'une évolution en 2040.

Tableau 10: Caractéristiques des différents scénarios d'évolution à l'horizon 2040

AJ SCENARIOS TENDANCIELS	Situation observée entre 1990-2000	2000-2020	2020-2040
Scénario tendanciel Haut ou scénario de l'impossible (A1)	<ul style="list-style-type: none"> -Infrastructures de transports saturées -Habitat dispersé et étalement urbain en extension -Dispersion du bâti dans les espaces naturels et agricoles -Forte influence de l'autoroute et des routes secondaires sur l'urbanisation -Infrastructure ferroviaire en difficulté -Population en croissance -Manque de politiques volontaristes pour la réglementation de l'habitat -Difficile accessibilité 	<ul style="list-style-type: none"> -Perspective de développement territorial et croissance urbaine -Politique d'ouverture vers l'Europe qui passe par un accroissement de l'attractivité -non respect des règles de planifications urbaines -non prise en compte de la rareté des réserves foncières 	<ul style="list-style-type: none"> -La tendance lourde 1990-2000 se poursuit à la lettre. On parle de tendance lourde constante. -même accessibilité qu'en 2000
Scénario tendanciel central ou scénario réaliste (A2)	Idem que Situation observée entre 1990-2000	<ul style="list-style-type: none"> -Prise en compte de la rareté des réserves foncières -Satisfaire la demande de logement en tenant compte des contraintes spatiales 	<ul style="list-style-type: none"> -Perspective de développement territorial -La tendance 1990-2000 continue mais avec un rythme moins soutenu. -même accessibilité qu'en 2000
Scénario tendanciel bas ou scénario de l'impossible (A3)	Idem que Situation observée entre 1990-2000	<ul style="list-style-type: none"> -Prise de conscience de la fragilité de l'environnement -Politique de maintien de l'existant et non à l'ouverture et au développement territorial -Politique de l'habitat presque inexistante (ni densification, ni étalement urbain) -Priorité à l'Environnement - politique volontariste pour le développement durable 	<ul style="list-style-type: none"> -Un environnement à protéger : dictature de l'écologie ? -« Statut quo » le territoire est quasi identique qu'en 2000 -immobilisme des acteurs face aux enjeux de développement -Même accessibilité qu'en 2000 -Renversement de la tendance lourde constante
BJ SCENARIOS LGV PACA			
Scénario LGV PACA (B1) Gares TGV centres déjà existantes en centre-villes : Impacts TGV sur le territoire (2020)	Idem que Situation observée entre 1990-2000	Réalisation du projet de transport LGV PACA	<ul style="list-style-type: none"> -Croissance des activités industrielles ou commerciales -Densification du bâti pour satisfaire la demande de logement - Accessibilité améliorée
Scénario LGV PACA (B2) Gares TGV nouvelles en périphérie urbaine : Impacts TGV sur le territoire (2020).	Idem que Situation observée entre 1990-2000	Réalisation du projet de transport LGV PACA	<ul style="list-style-type: none"> -Croissance des activités industrielles ou commerciales -Densification du bâti le long des axes de desserte - Accessibilité considérablement améliorée

1.3. Quantifier les dynamiques de l'occupation du sol urbain du territoire transfrontalier franco-italo-monégasque en 2040

Dans cet exercice, il s'agit très clairement de quantifier l'expansion urbaine de l'espace transfrontalier à l'horizon 2040. En d'autres termes, cette tâche consiste à analyser les scénarios de développement urbain présentés dans la section précédente afin de pouvoir les modéliser.

1.3.1. La démarche de quantification des scénarios de développement urbain

1.3.1.1. Isoler les classes urbaines d'occupation du sol dites actives pour modéliser l'expansion urbaine

L'action d'isoler les classes d'occupation du sol consiste à distinguer les cellules qui, par leur évolution influencent l'évolution d'autres cellules/classes d'occupation du sol. Ces cellules/classes sont nommées les classes actives d'occupation des sols (classe urbaine discontinue ou continue, classe urbaine de type industrie et commerce) car c'est au niveau de celles-ci que sont localisées les populations ainsi que les activités économiques. Il est donc logique que les classes actives évoluant au gré de l'action de l'homme, fassent évoluer dans le même temps d'autres classes/cellules que l'on nomme des classes/cellules passives à l'image des terrains agricoles ou des espaces naturels et/ou forestiers. De plus, en faisant une distinction entre classes active, passive ou statique (cf. tableau 8 chapitre 2 partie 2) on est certain de connaître les facteurs qui sont susceptibles de jouer un rôle décisif dans l'évolution de l'occupation du sol. Si l'on considère la difficulté d'un exercice géoprospectif, cet aspect n'est pas négligeable compte tenu du fait que l'on évite ainsi d'être confronté à l'impossibilité d'analyser les facteurs qui déterminent les changements d'occupation et d'usage des sols en général, et par conséquent de se trouver dans l'incapacité d'en tirer de quelconques conclusions. Cette action d'isoler des classes d'occupation du sol permet de ne pas « ajouter de la complication à la complexité ». En effet, les éléments qui rendent ce travail très complexe ne manquent pas : d'abord les objets étudiés, à l'image du fonctionnement d'un système spatial peu commun comme le système transfrontalier franco-italien, la difficulté de l'exercice géoprospectif avec son lot d'incertitudes (comment prévoir le futur avec certitude ?), la réalité du projet LGV PACA (les véritables incidences du TGV au niveau de la transformation des espaces ne sont pas évidentes à identifier), et enfin, l'utilisation d'un modèle basé sur les automates cellulaires (MOLAND).

Aussi, isoler les classes actives ce n'est pas simplifier la réflexion, mais bien au contraire, dans le cadre de l'exercice géoprospectif, c'est faire preuve de pragmatisme (et même d'humilité) afin de véritablement pouvoir localiser avec précision, la manière dont un territoire devrait évoluer et déterminer quels sont les facteurs responsables de cette évolution.

Ainsi, en faisant l'exercice qui consiste à isoler les facteurs déterminants dans l'évolution du territoire transfrontalier, on n'est plus confronté (comme bon nombre de chercheurs dans le cadre de la modélisation et simulation des systèmes complexes) à

l'incidence de ne pas pouvoir identifier et localiser avec certitude le rôle qu'un facteur a pu jouer dans les transformations spatiales.

1.3.1.2. Observer le passé du territoire pour simuler l'expansion urbaine

Dans le cadre de la modélisation et de la simulation de l'évolution de l'occupation du sol en général, et de l'occupation du sol urbain en particulier, deux grandes méthodes sont utilisées pour tester des scénarios de développement urbain.

La première méthode consiste à tester la simulation spatiale en fonction d'une planification politique. Autrement dit, en fonction d'un Plan Local d'Urbanisme (PLU), d'une Directive Territoriale d'Aménagement (DTA), d'un Schéma Directeur (SD), ou sur des orientations spécifiques de la SNCF et/ou de RFF, ou même un jour - c'est une éventualité non négligeable - sur la base des recommandations du Grenelle de l'environnement (2007). Cette méthode, qui consiste à dessiner les scénarios du futur en accord avec les volontés politiques et les tendances du moment, est largement utilisée par les bureaux d'études, les agences d'urbanisme, ou même par les chercheurs (si en amont, l'étude a été commandée dans le cadre d'une concertation nationale autour d'un projet de territoire). Si elle s'avère intéressante dans certains cas, il n'en demeure pas moins que cette méthode comporte toutefois des limites. En effet, en se basant sur une planification politique donnée, les résultats de la simulation sont inévitablement influencés par la vision qu'ont les acteurs de l'aménagement du territoire. Or, comme nous le savons, cette vision n'est pas forcément objective et peut même, dans certains cas, rentrer en contradiction avec l'évolution spontanée des territoires et plus spécifiquement avec les besoins effectifs d'un espace. Le cas de la vallée de la Roya dans l'espace transfrontalier franco-italien en est un exemple éloquent. Ici, plus qu'ailleurs, on note l'existence d'un paradoxe entre l'organisation spontanée du territoire et la planification urbaine. Il en ressort que cet espace ne profite pas pleinement de ses atouts - position stratégique au sein de l'Europe du sud, liaisons historique et naturelle entre le Piémont, d'un côté (Italie) et la Côte d'Azur (France), de l'autre - et que par conséquent, n'est pas valorisé comme une possible « nouvelle centralité » pour l'Europe du sud, en général et pour l'Arc Méditerranéen Latin, en particulier (cf. Partie 1 diagnostic spatial transfrontalier). Par ailleurs, l'autre inconvénient majeur que recèle cette méthode est qu'il n'est pas toujours aisé d'intégrer ces documents de planification dans les modèles de simulation, et ceci pour deux raisons. La première raison découle du constat que nombre de ces documents ne sont pas toujours efficaces. Pour être plus explicite, leur application reste un problème majeur dans la mesure où leurs recommandations ne sont pas souvent respectées. Prenons le cas de l'Italie avec les documents d'aménagement nommés *piani regolatori* ou du *PTCP (Piano Territoriale di Coordinazione del Paesaggio)* qui, en l'occurrence, subissent des changements au gré des pouvoirs politiques du moment. En effet, tous les cinq ans, après chaque élection locale, le parti politique porté au pouvoir propose en quelque sorte de nouvelles directives d'aménagements. Cette vision à très court terme de l'aménagement du territoire, qui cherche avant tout à harmoniser l'entente entre acteurs de tous bords (populations, entreprises, politiques, etc.) afin d'éviter les conflits au niveau de la gestion des ressources des territoires,

rend difficile toute projection à long terme, et corollairement à cela, toute démarche de prospective territoriale.

On observe également un net décalage entre les objectifs affichés et les moyens mis en œuvre pour les satisfaire sur l'autre versant de la frontière, plus précisément à Nice. Officiellement, le PLU de la ville a clairement défini son objectif majeur qui est la réglementation rigoureuse du droit du sol, or ce ne sont que des théories si l'on en juge par les résultats sur le terrain, où la réalité est autre. En effet, il n'est pas rare de noter ici ou là dans la capitale azurée, de nombreux cas de figure en totale incompatibilité avec cette orientation. Prenons pour exemple des zones déclarées non constructibles dans les documents d'aménagement, mais pour lesquelles le droit de l'urbanisme n'a fait en réalité aucun obstacle et a délivré des permis de construire. À cet égard, nous pourrions multiplier les exemples de tels dysfonctionnements. C'est le cas précis de la plaine du Var dans les Alpes-Maritimes qui fait l'objet d'une Opération d'Intérêt National de la plaine du Var (l'OIN)³⁶. En effet, il a été constaté que les terres agricoles végétalisées de la plaine du Var se vendent à des prix prohibitifs depuis quelques années et se transforment en terrains où sont déposés des matériaux des entrepôts pour le stockage de pneus, des hangars, des surfaces de ventes diverses.

La seconde méthode consiste à tester les scénarios en fonction de l'observation de données antérieures relevant de la dynamique de l'occupation du sol du territoire transfrontalier. Cette méthode est largement utilisée par les scientifiques d'une part parce que l'observation minutieuse du passé d'un territoire est une démarche fiable, permettant de ce fait, de réduire la masse d'incertitudes en sortie du modèle. Elle permet également de travailler sur des données extrêmement précises mises à jour régulièrement par les instances européennes qui ont pour objectif de garantir leur régularité ainsi que leur précision en utilisant des satellites d'observation de plus en plus performants. Il en ressort que l'observation du passé est aussi pertinente qu'enrichissante car *sur le plan thématique d'abord, elle montre en effet des grandes tendances qui renseignent sur ce qui s'est passé de manière quantitative. Sur le plan des simulations ensuite, ces tendances peuvent être reproduites et extrapolées* (Antoni, 2008). En 2004, Solecki et Oliveri, s'inscrivant dans cette même logique, mettent en avant cette démarche ayant comme base le passé dans leurs travaux portant sur la métropole de New York, en ces termes : *The analysis first examined past changes in urban land cover and then applied these trends to construct a range of scenarios for future land use changes*. Les auteurs ont simplement voulu souligner l'importance de cette démarche dans le cadre de la modélisation et de la simulation des tendances de l'occupation du sol.

³⁶ L'Opération d'Intérêt National de la Plaine du Var est prévue pour être le moteur du développement de la Métropole Azurée pour les 30 prochaines années. Appelée aussi « Eco Vallée », l'OIN de la Plaine du Var affiche une ambition forte : « devenir la vitrine française de l'excellence dans le domaine du Développement Durable ». Le choix de cette partie du territoire est loin d'être le fruit du hasard. En effet, les réserves foncières les plus évidentes se situent sur cette zone et de ce fait, la Plaine du Var devrait permettre de répondre, du moins partiellement, au problème du logement pour les actifs de la métropole azurée en proposant la mise en place du concept général « d'éco-quartier », autrement dit des quartiers privilégiant la qualité de vie et la protection de l'environnement. Il est également prévu que l'OIN accueille de grands équipements structurants devant garantir à long terme le rayonnement national et international de la métropole azurée.

Prendre en compte le passé, c'est prendre en compte l'histoire des différentes trajectoires d'évolution des systèmes territoriaux étudiés.

1.3.2. Quantification des scénarios de développement urbain : détermination de la méthode d'expansion urbaine future

La phase de quantification des scénarios fait appel à une demande future en termes d'occupation du sol (*the land use-demands*) (White et Engelen, 1997). Il s'agit dans cette phase d'attribuer un potentiel de croissance aux cellules dynamiques et/ou actives qui, à partir des règles de transition vont influencer l'évolution des cellules passives.

La demande en termes d'occupation du sol peut être faible, forte ou nulle, selon les hypothèses de recherche. Elle s'exprime en nombre total de cellules affectées à chaque classe d'utilisation des sols (Voiron-Canicio *et al.*, 2010). Cette demande peut être générée à l'extérieur du micromodèle en utilisant de nouveaux indicateurs, par exemple des projections de croissance nationale ou des prévisions émanant de rapports d'étude. La demande future pour chaque cellule peut aussi se baser sur les cartes de potentiel³⁷ « *the potentials maps* » produites par le modèle à chaque fin de simulation pour chaque cellule. Les « *potentials maps* » reflètent la pression (du fait d'une forte demande d'utilisation des sols) pouvant être exercée sur une activité/classe/cellule à un moment donné (cf. figure 1.6). Ces cartes permettent d'ajuster les "prédictions " et de les rendre plus réalistes compte tenu du fait qu'elles prennent à la fois en considération les *suitability-maps* (le potentiel d'espace disponible ou non pour la croissance de chaque activité) et la variable temporelle, autrement dit, l'information relative à l'évolution passée et présente de chaque cellule, à partir de laquelle s'effectuent les futures transitions.

Notons que, plus la carte de potentiel est claire (valeur positive) plus les cellules actives d'occupation du sol ont des possibilités de s'étendre au-delà de leurs limites connues. En revanche, plus elle sera de couleur sombre (valeur négative) moins les cellules actives auront des possibilités de croître au-delà de leur frontière initiale.

³⁷ Le potentiel de chaque lieu est égal à la somme des masses des lieux de son voisinage, divisée par la distance qui les sépare de ces lieux ; les modèles dynamiques basés sur les automates cellulaires tiennent compte du fait que tout lieu est fortement déterminé par une certaine forme de dépendance spatiale. Mais l'importance des relations entre les lieux est également fonction de leur masse, c'est-à-dire en quelque sorte de leur « capacité d'attractivité » (White, et Engelen, 1997).

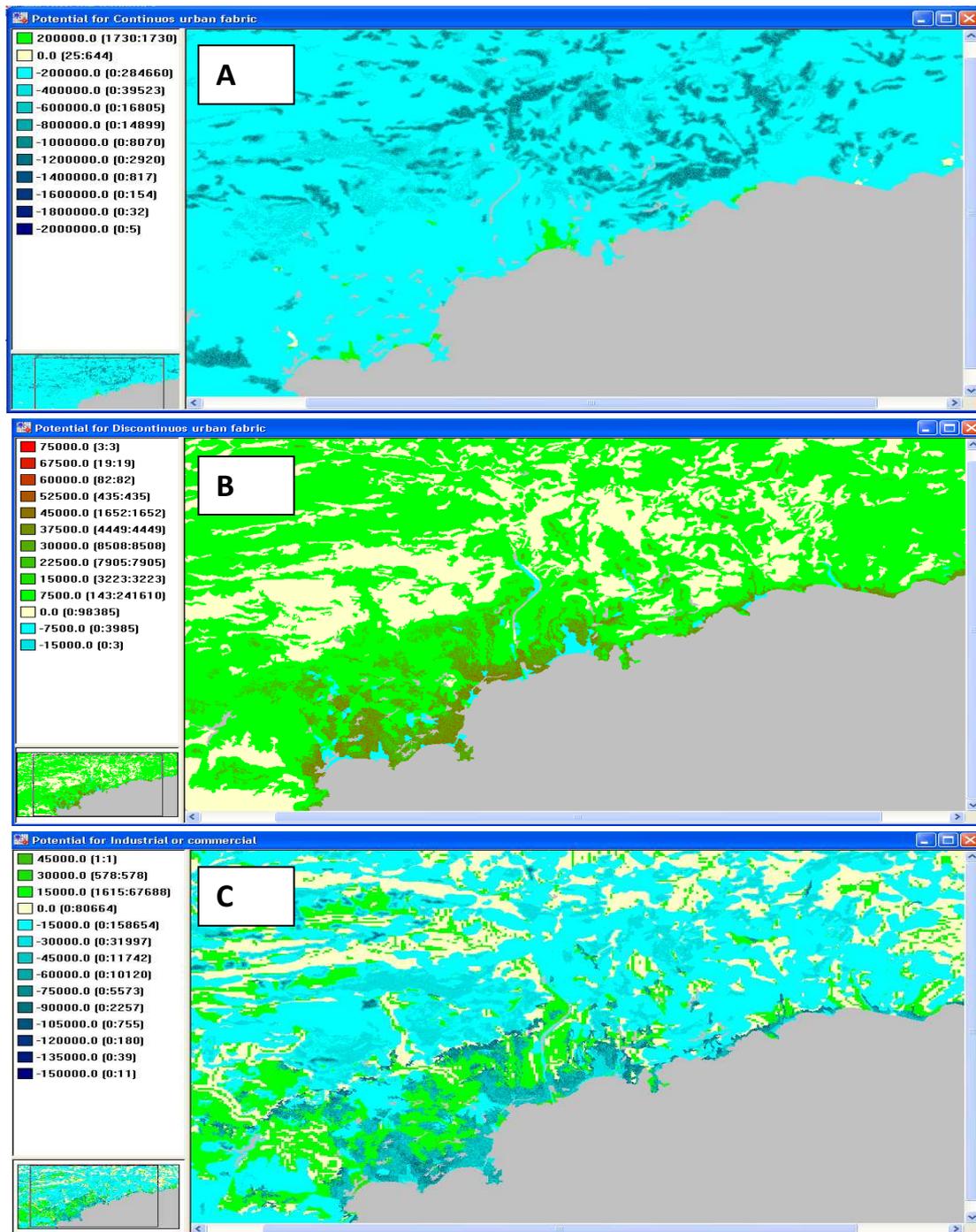


Figure 1.6 : Potential maps

Continuous urban fabric (A), discontinuous urban fabric (B), industrial or commercial areas (C)

1.3.2.1. Quantification du scénario tendanciel de référence

Le scénario tendanciel s'appuie sur l'évolution passée d'un territoire pour envisager son futur. Ce type de scénario est généralement le premier testé. Le scénario tendanciel s'appuie sur l'hypothèse centrale selon laquelle la croissance urbaine telle qu'elle est connue entre 1990 et 2000 devrait se poursuivre dans le futur (2040) mais, contrairement à un

scénario tendanciel classique (qui correspond généralement au scénario tendanciel haut), dans le scénario tendanciel que nous proposons ici, le rythme de croissance est plus lent. Ce rythme différencié traduit non seulement la complexité du processus dynamique de l'occupation du sol mais aussi une vision plus réaliste. Si ce scénario peut sembler plus vraisemblable c'est sans doute parce que le simple prolongement des tendances lourdes ne fournit qu'une extrapolation grossière de la réalité. Aussi, en choisissant de ne pas considérer la tendance lourde (cf. figure 1.7), nous nous inscrivons dans une piste de réflexion ayant comme axe principal de recherche l'idée de l'existence de décalages temporels et de rythmes différenciés dans l'évolution des systèmes complexes que traduit si bien l'occupation des sols. Pour concrétiser cette idée, nous avons procédé à des extrapolations des classes représentant l'occupation du sol urbain et susceptibles d'évoluer dans le futur, en établissant dans le même temps des seuils d'expansion urbains. Un seuil maximal de croissance des cellules représente le scénario tendanciel haut (cf. figure 1.7) et un seuil minimal de croissance des cellules (cf. figure 1.8) représente le scénario tendanciel bas. Entre ces deux extrêmes, une multitude de scénarios, entre autres, le scénario tendanciel central (cf. figure 1.9) peuvent être proposés.

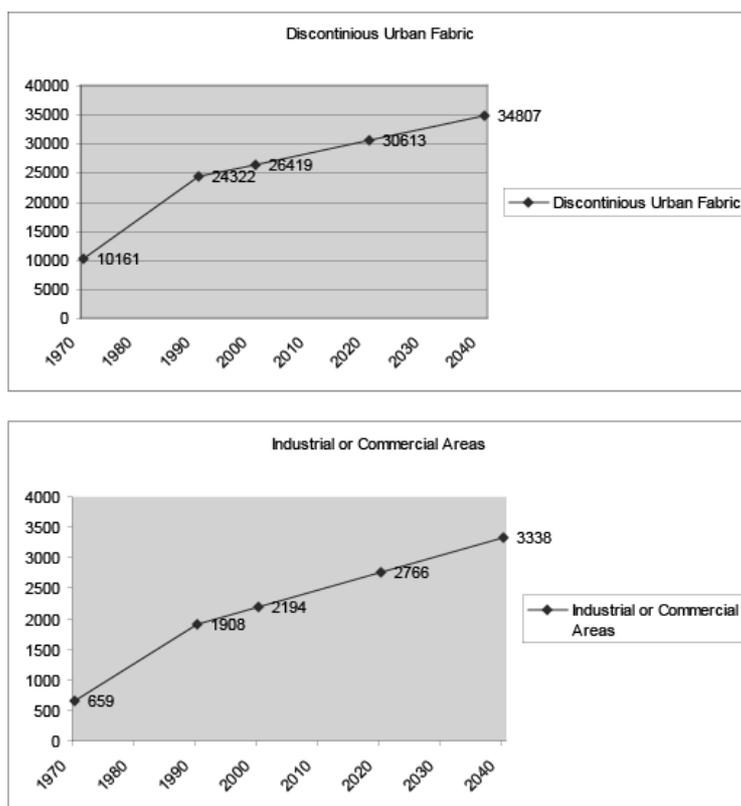


Figure 1.7 : Seuil maximal de croissance des cellules pour 2040 (scénario tendanciel haut)

En axe des abscisses le nombre total de cellules et en axe des ordonnées le nombre d'années

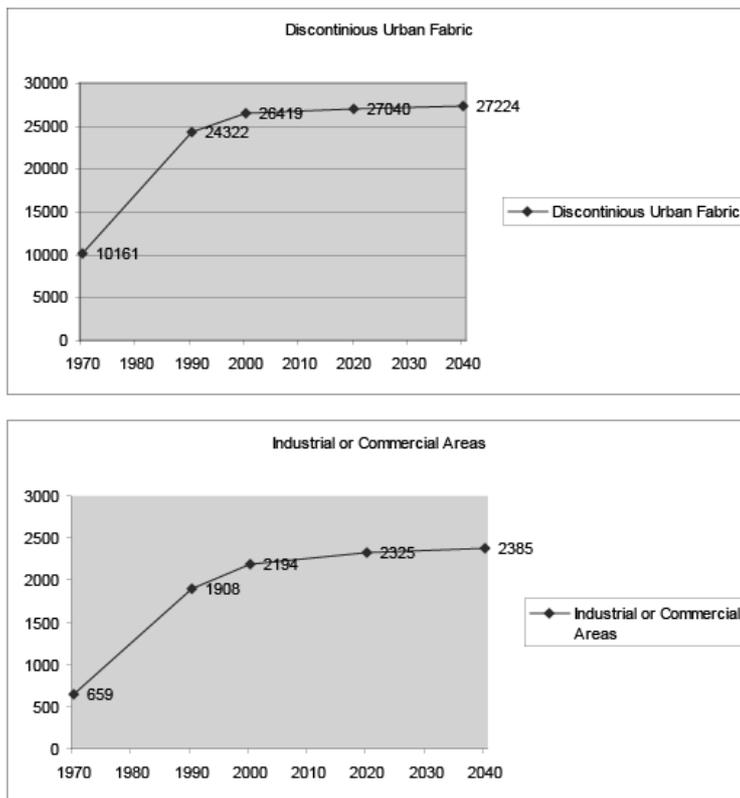


Figure 1.8 : Seuil minimal de croissance des cellules pour 2040 (scénario tendanciel haut)

En axe des abscisses le nombre total de cellules et en axe des ordonnées le nombre d'années

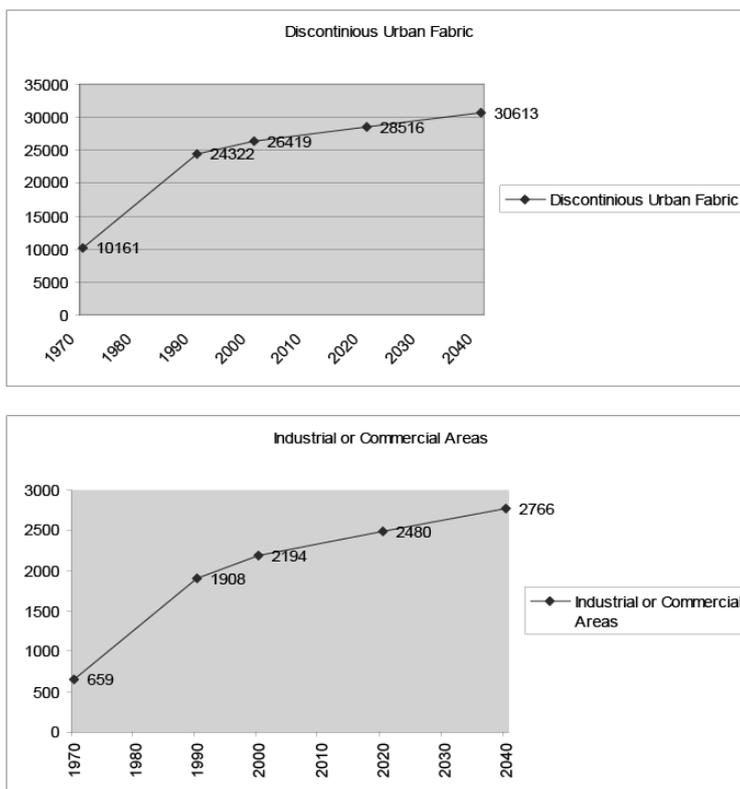


Figure 1.9 : Scénario tendanciel central ou scénario de référence

En axe des abscisses le nombre total de cellules et en axe des ordonnées le nombre d'années

L'analyse de la trajectoire qu'emprunte chacun de ces scénarios tendanciels indique qu'il y a des différences mais que celles-ci ne sont pas vraiment majeures. La confrontation entre ces scénarios montre que l'évolution future de l'occupation du sol de l'espace transfrontalier franco-italien, quel que soit le contexte actuel, ne devrait pas subir de transformations drastiques en 2040. Autrement dit, il n'y a pas lieu de s'attendre à des courbes d'évolution de type exponentiel (qui caractérisent les systèmes urbains loin de l'équilibre et qui par conséquent évoluent extrêmement vite) comme on peut le voir dans le cadre de la croissance urbaine de villes situées dans les pays en voie de développement comme Lagos au Nigéria (Barredo *et al.*, 2003). Par conséquent, l'évolution de la croissance urbaine de l'espace transfrontalier franco-italien, comme dans la plupart des villes européennes d'ailleurs comme le montre l'exemple portant sur la simulation de l'occupation du sol de la ville de Montpellier (Voiron-Canicio, 2008) et les travaux de White et Engelen sur la croissance urbaine de Dublin (2000) obéit à une tendance caractérisant l'évolution des villes européennes depuis une trentaine d'années maintenant, celle d'une croissance globalement linéaire (c'est-à-dire que les différents modèles révèlent l'existence de relations linéaires entre les classes d'occupation du sol mobilisées lors de la simulation). Linéaire car nous sommes en présence de systèmes urbains déjà en équilibre ou proches de l'équilibre.

C'est à partir du scénario tendanciel central, plus précisément à partir de l'année 2020 (année de référence de la LGV PACA) que le scénario suivant, en intégrant l'infrastructure grande vitesse, propose une trajectoire possible du territoire transfrontalier franco-italien dans un tout autre registre, celui de la LGV PACA, appelée à desservir les principales agglomérations (Nice, Cannes, Vintimille) de l'aire d'étude.

1.3.2.2. Quantification du scénario LGV PACA

Dans le cadre de l'infrastructure grande vitesse (avec des arrêts localisés au niveau des centres urbains de Cannes, de Nice-Aéroport et de Vintimille) le scénario tendanciel est retenu en intégrant, par ailleurs, un seuil maximal et minimal de croissance pour chaque cellule/classe d'occupation du sol dynamique. Il se fonde sur l'hypothèse que l'arrivée du TGV va amplifier le phénomène de croissance urbaine dans cet espace (cf. figure 1.10). Pour traduire précisément le phénomène d'amplification de la croissance urbaine, le modèle considère un nombre total de cellules plus important que dans le scénario tendanciel de base (cela revient tout simplement à attribuer plus de poids/capacité d'attraction à l'élément TGV une fois introduit dans le modèle). Par exemple, la classe *Discontinious Urban Fabric* enregistre un nombre total de cellules de 24 322 en 1990 et de 26 419 en 2000, c'est-à-dire un potentiel de croissance annuelle de 219,7 (=total change/10 years). Ce potentiel annuel de changement (entre 1990 et 2000) est le seuil maximal de croissance pouvant être supporté par le territoire. L'hypothèse émise pour chiffrer (en cellules) l'effet amplificateur du TGV est que : dans le futur, avec l'arrivée du TGV le potentiel de croissance annuel sera équivalent au

seuil maximal, soit 209,7. Le nombre total de cellules, quel que soit le scénario émis, doit toujours rester inférieur au scénario de l'impossible, autrement dit le scénario tendanciel haut.

La figure 1.11 schématise la démarche observée dans la phase de quantification des scénarios. Elle distingue de façon claire, différents champs d'appréciation du phénomène évolutif, à savoir un champ des futurs possibles et un champ des futurs impossibles. L'idée défendue est que tous les scénarios puissent s'inscrire dans les champs du possible, autrement dit, rester dans le domaine du raisonnable et du réel, et ceci quel que soit le procédé établi pour dessiner les scénarios géoprospectifs. Or, comme nous le savons, il n'existe pas de méthode prédéfinie pour construire et quantifier un scénario. En effet, plusieurs chemins sont possibles. Par exemple, pour arriver au chiffre 3, plusieurs solutions peuvent être envisagées : 1+2, 0+3, 3+0, 1+1+1, etc., les unes étant aussi justes que les autres, seule diffère la manière d'arriver au chiffre 3.

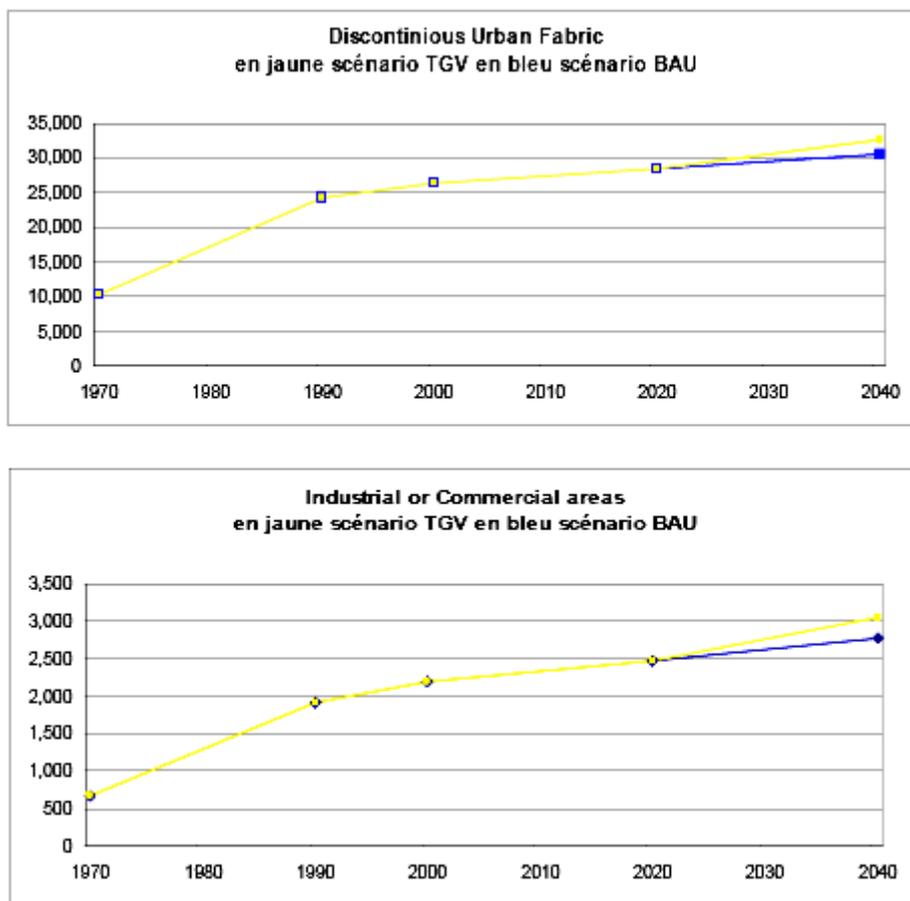


Figure 1.10 : Scénario LGV PACA

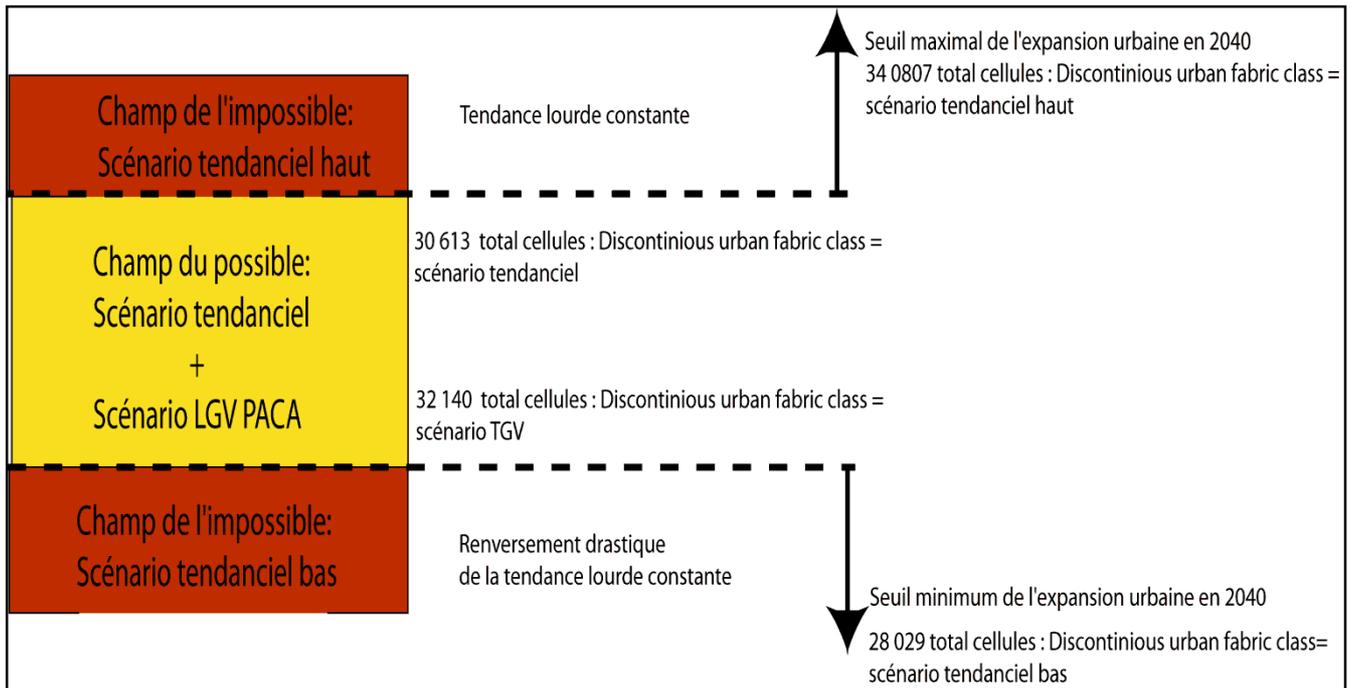


Figure 1.11 : Schématisation de la démarche de quantification des scénarios

Conclusion du chapitre 1

À travers ce chapitre, nous nous sommes efforcée de dresser le panorama de l'exercice géoprospectif et d'en montrer des aspects délicats dans la démarche que dans la concrétisation des scénarios avec la méthode de quantification. En mettant en évidence l'inexistence de méthode prédéfinie dans le cadre de l'exercice géoprospectif, ce chapitre indique par la même occasion, la liberté dont dispose le « prospectiviste » pour imaginer, avec ce que sont ses outils, des futurs possibles d'un territoire. Toutefois, tout en ouvrant ce champ de l'imaginaire, ce chapitre permet d'identifier une limite des champs possibles et une limite des champs de l'impossible. En définitive, l'idée sous-jacente de frontière du réel/raisonnable est un axe à suivre par le prospectiviste dont il ne devrait pas s'éloigner, quel que soit le scénario, s'il veut rester crédible et réaliste dans les propositions résultant d'un exercice qui reste encore délicat. Ainsi, en établissant différents champs (possible et impossible), on impose au modèle une frontière du réel à ne pas ignorer.

Dans le prochain chapitre, il sera question de simulation et de visualisation proprement dites de la dynamique de l'occupation du sol. Ces dynamiques seront testées dans un contexte sans TGV d'abord (scénario tendanciel) et par la suite, un test avec l'infrastructure grande vitesse sera effectué (scénario LGV PACA).

Chapitre 2. Simulation et Visualisation d'effets potentiels d'une ligne à grande vitesse: de la détection des changements à l'identification des espaces à enjeux

2.1. Simulation des dynamiques de l'occupation du sol

2.1.1. Localisation des changements d'occupation du sol

C'est l'ensemble des interrelations et interactions entre les principaux inputs du modèle qui offre la possibilité d'une cartographie spatio-temporelle rigoureuse et par conséquent, d'une lecture claire des dynamiques de l'occupation du sol de l'aire d'étude, à l'horizon 2040. Aussi, plus qu'une simple représentation cartographique de l'évolution future du territoire en 2040, la lecture qui doit être faite des différents scénarios, est d'abord celle de résultats d'interactions spatiales, au sens où la notion d'interaction spatiale est celle qu'introduit Ullman en 1962 en la définissant comme : *Une action réciproque (rétroaction) entre deux ou plusieurs acteurs ou lieux dans un système. Tous les échanges (de matière, de personne, d'information), par exemple au niveau individuel entre producteurs et clients, entre partenaires, ou au niveau agrégé entre villes et régions (ce sont les interactions spatiales), sont des interactions dans la mesure où ils provoquent des changements interdépendants dans les comportements ou dans les structures.*

Dans un premier temps, considérons une analyse plus globale des différents résultats cartographiques indiqués dans la figure 2.1. Cette figure renseigne de façon visuelle sur l'existence réelle de mutations spatiales présentes sur le territoire. Ces changements sont à prendre en compte dans le cadre de l'aménagement des lieux composant l'espace transfrontalier simulé. Si l'on se prête à un exercice plus détaillé des résultats cartographiques, on peut dire que la figure 2.1 représente les changements d'état des cellules par rapport à 2000 (année de référence). Pour plus de lisibilité, les changements sont appréhendés par un calcul de similarité entre la carte de 2000 (carte de référence) et les cartes de 2040 (scénarios tendanciel et TGV), résultant de la simulation (Hagen, 2003). Les valeurs du coefficient de similarité Kappa (entre 0 et 1) (Hagen, 2007, White, 2008) ont été regroupées en 3 catégories (cf. figure 2.1) (1) pas de changement depuis 2000, ce qui correspond à une forte similarité entre les cartes (valeur de la similarité comprises entre 0,7 et 1) ; (2) l'espace gagné par l'urbanisation ce qui correspond à une similarité moyenne entre les cartes (valeur de la similarité comprises entre 0,4 et 0,6) ; (3) une forte croissance urbaine/changements fondamentaux ce qui correspond à une très faible similarité entre les cartes (valeur de la similarité inférieure à 0,4).

Les résultats des différents scénarios révèlent une nette progression des territoires urbanisés mais très différenciée dans l'espace. Elle ne concernerait pratiquement que la partie occidentale du territoire et gagnerait le proche arrière-pays, là où la réserve foncière est encore disponible et la topographie plus adaptée à la croissance urbaine.

Dans le scénario LGV PACA, le phénomène de croissance urbaine serait amplifié, l'urbanisation se répandrait à travers tout le proche arrière-pays. Toutefois, l'impact de la LGV resterait toujours limité à la zone ouest du département. Tous scénarios géoprospectifs confondus, la partie ouest de l'aire d'étude s'avèrerait donc plus propice au changement que la partie est, quasiment en stagnation par rapport à 2000. Cette stagnation peut être expliquée en partie par le relief plus élevé dans cette zone qui restreint l'espace disponible pour l'occupation humaine, et par voie de conséquence limite le potentiel de croissance des classes urbaines et notamment, la classe urbaine discontinue (« *discontinious urban fabric* »). Ainsi, la rareté de l'espace utile à l'est se présente, à première vue, comme l'une des caractéristiques majeures de limitation de croissance urbaine.

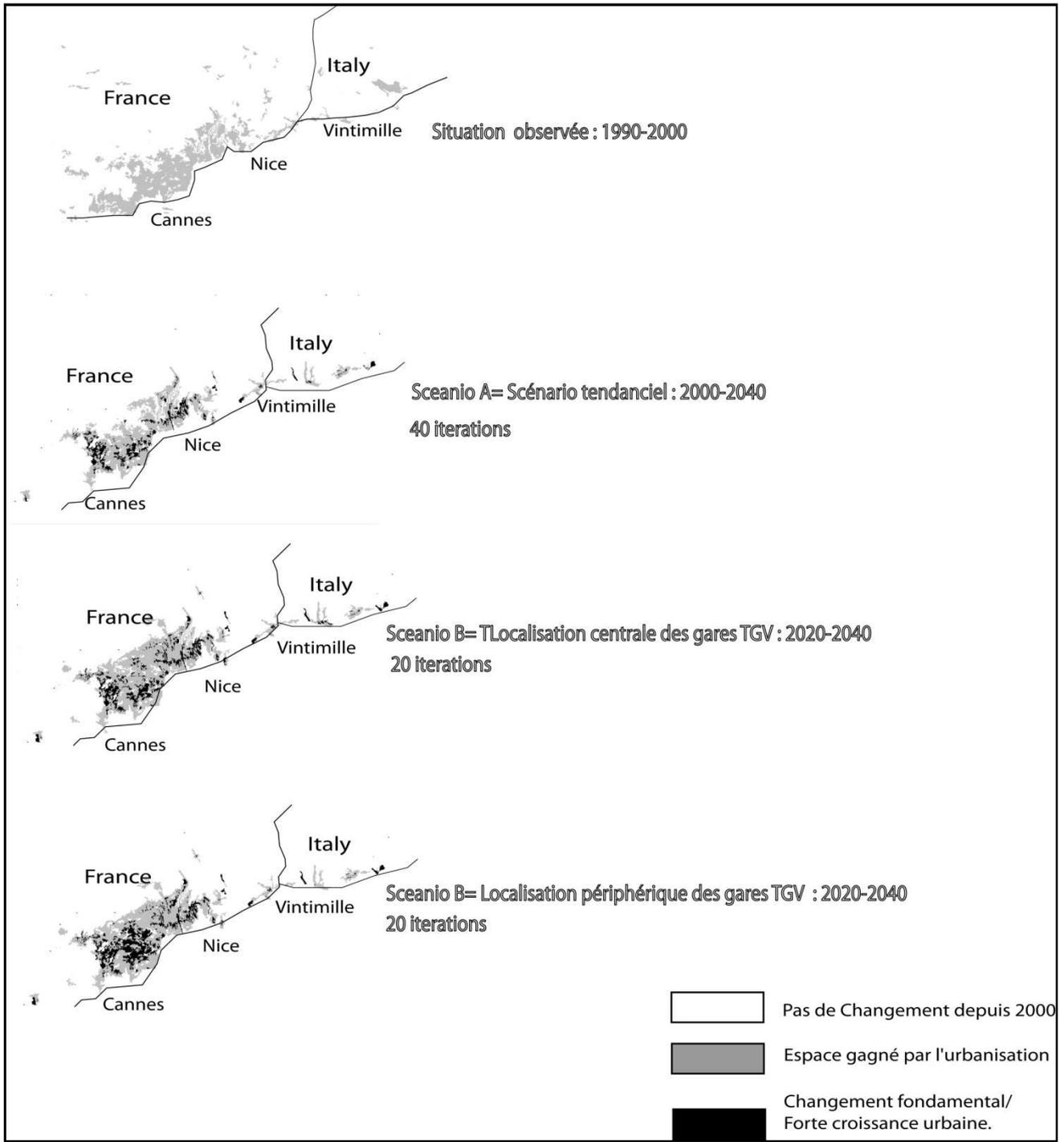


Figure 2.1. : Résultats des différents scénarios

Changements d'état des cellules résultants de la période de simulation 2000-2040 (pour le scénario tendancier et 2020-2040 pour les scénarios TGV)

On le voit bien, les dynamiques observées au niveau de l'organisation urbaine dénotent une tendance à la périurbanisation différenciée entre l'est vers l'ouest de l'aire d'étude. Soulignons au passage que cette tendance est déjà bien assise entre la période 1990 et 2000, ce qui nous fait dire que les disparités spatiales/régionales, au regard des différents scénarios, sont toujours présentes et se renforcent.

Une lecture hâtive et sans nuance des résultats cartographiques qui traduisent un renforcement des disparités entre la partie italienne et la partie française, pourrait amener à

penser à la présence d'une discontinuité spatiale induite par la frontière. Mais, bien plus que l'effet frontière, c'est plutôt au niveau des contraintes spatiales beaucoup plus importantes à l'est qu'à l'ouest de l'aire d'étude que se situe la première explication. En effet, c'est dans la partie est de l'aire d'étude que les obstacles physiques sont les plus importants, avec des pentes pouvant atteindre plus de 100 % aux environs immédiats du littoral, alors que dans la partie ouest, on enregistre des pentes situées entre 0 et 20 %, et les pentes les plus importantes, quand elles existent, se situent dans le proche arrière-pays comme l'indique la figure 2.2 où est mise en évidence l'inclinaison des pentes.

La deuxième explication de la disparité entre la partie française et la partie italienne, est à mettre en relation avec la capacité financière du département français des Alpes-Maritimes à investir dans l'aménagement urbain de ses communes, contrairement à la Province d'Imperia, aux moyens plus limités (cf. tableau 2). Mais, au-delà des disparités de croissance urbaine entre l'Italie et la France, on constate, au contact des limites nationales, une situation commune aux deux pays. En effet, tous scénarios confondus, du côté français comme du côté italien, la frange littorale densément urbanisée tranche sur l'arrière-pays relativement vide (cf. figure 2.1).



Figure 2.2 : Contraintes spatiales : inclinaison des pentes en %

2.1.2. Quelle évolution des principaux bassins de vie et d'emploi de l'aire d'étude en 2040 ?

L'évolution des quatre principaux bassins de vie et d'emploi de l'aire d'étude (cf. figure 2.3) est détaillée dans cette section. Il s'agit des zones de Nice-plaine du Var (en encadré jaune sur la figure 2.3), d'Antibes-Sophia Antipolis (en encadré rouge sur la figure 2.3), de Cannes-Grasse (en encadré orange sur la figure 2.3) et de Monaco-Menton-Vintimille (en encadré vert sur la figure 2.3). La manière dont chacune de ces zones, qui concentre l'essentiel de la population et des activités de l'aire transfrontalière franco-italo-monégasque, devrait pouvoir évoluer d'ici 2040 (selon les scénarios mis en place) est analysée.

La mise en relation des résultats du modèle avec d'autres facteurs socio-économiques, permet de mesurer à quel point les résultats des scénarios sont acceptables, ou au contraire erronés, auquel cas ils devront être rejetés.

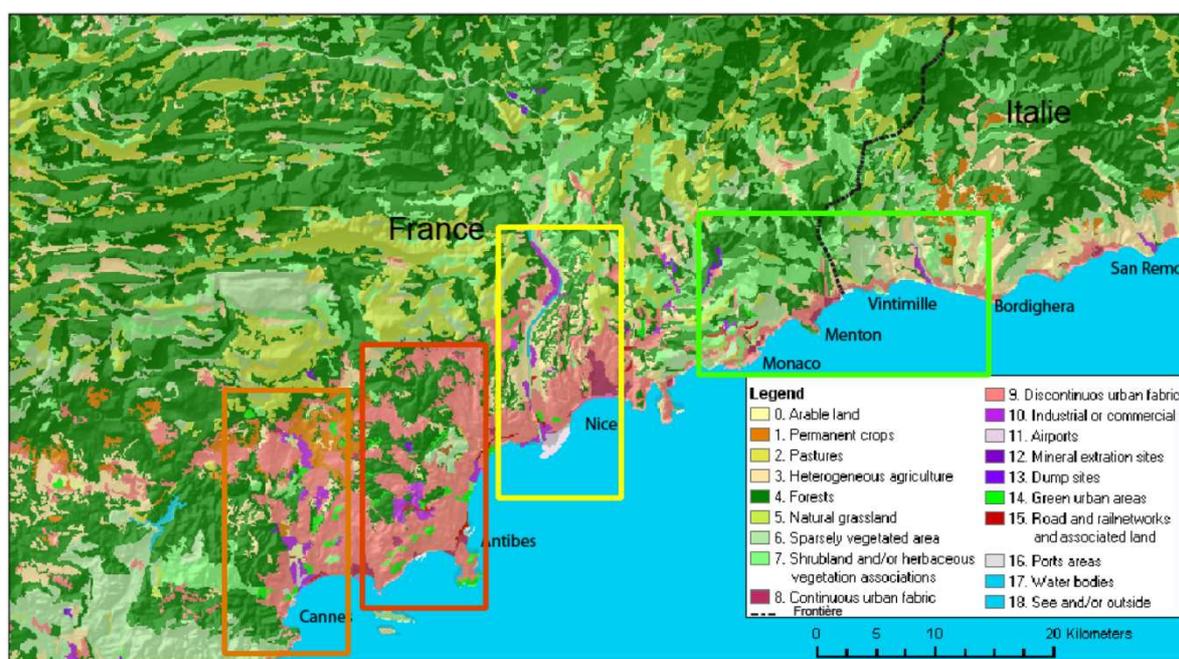


Figure 2.3 : Principaux bassins de vie et/ou d'emploi de l'aire d'étude en 2000

L'évolution comparée des principaux bassins d'emplois et de vie indique que celui d'Antibes-Sophia-Antipolis – qui correspond approximativement au territoire de la CASA (Communauté d'Agglomération d'Antibes-Sophia Antipolis) – est de loin celui qui devrait enregistrer la plus forte croissance dans les trente prochaines années, tous scénarios confondus (cf. figure 2.4). Plusieurs facteurs peuvent contribuer à expliquer ce phénomène de croissance : en premier lieu, le contexte physique plus adapté à l'urbanisation, qui confère donc une réserve foncière plus importante qu'ailleurs dans le département des Alpes-Maritimes (cf. figure 2.1), en second lieu, la forte croissance de la population enregistrée entre 1975 et 2004 contrairement aux communes de la CANCA (Communauté d'Agglomération

Nice-Côte d'Azur) et du reste l'ensemble du département des Alpes-Maritimes (cf. figure 2.5). Enfin, on peut évoquer la réalité d'un parc de logement qui a doublé durant ces 30 dernières années (cf. figure 2.6). Et, comme nous pouvons le constater aussi sur la figure 2.4, la classe d'occupation du sol industriel ou commercial (en couleur violette) est celle qui enregistre la plus importante évolution entre 2000 et 2040, tous scénarios confondus, sur le territoire de la CASA. Cette évolution n'est pas irréaliste et pourrait même s'expliquer par la politique de la CCI (Chambre de Commerce et de l'Industrie de la Côte d'Azur) qui en 2008, a formulé le projet de construire dans les prochaines années 260 000 m² de zones commerciales au niveau de la zone d'activité de Sophia-Antipolis et de la plaine du Var (CCI, 2010). Cette politique obéit à une certaine logique spatiale car c'est dans ces principaux bassins d'emploi (Nice-plaine du Var et Antibes-Sophia Antipolis) que se localise l'essentiel des zones industrielles et commerciales de l'aire d'étude.

Une comparaison visuelle des différentes images de la figure 2.4 suggère que le modèle, au-delà de la période de calibration 1990 et 2000 est capable de produire et de proposer une évolution logique et raisonnable du territoire. La comparaison visuelle est une manière de valider (autrement) la calibration du modèle et de juger de la stabilité de ce dernier dans la période de prospective à savoir, 2000-2040.

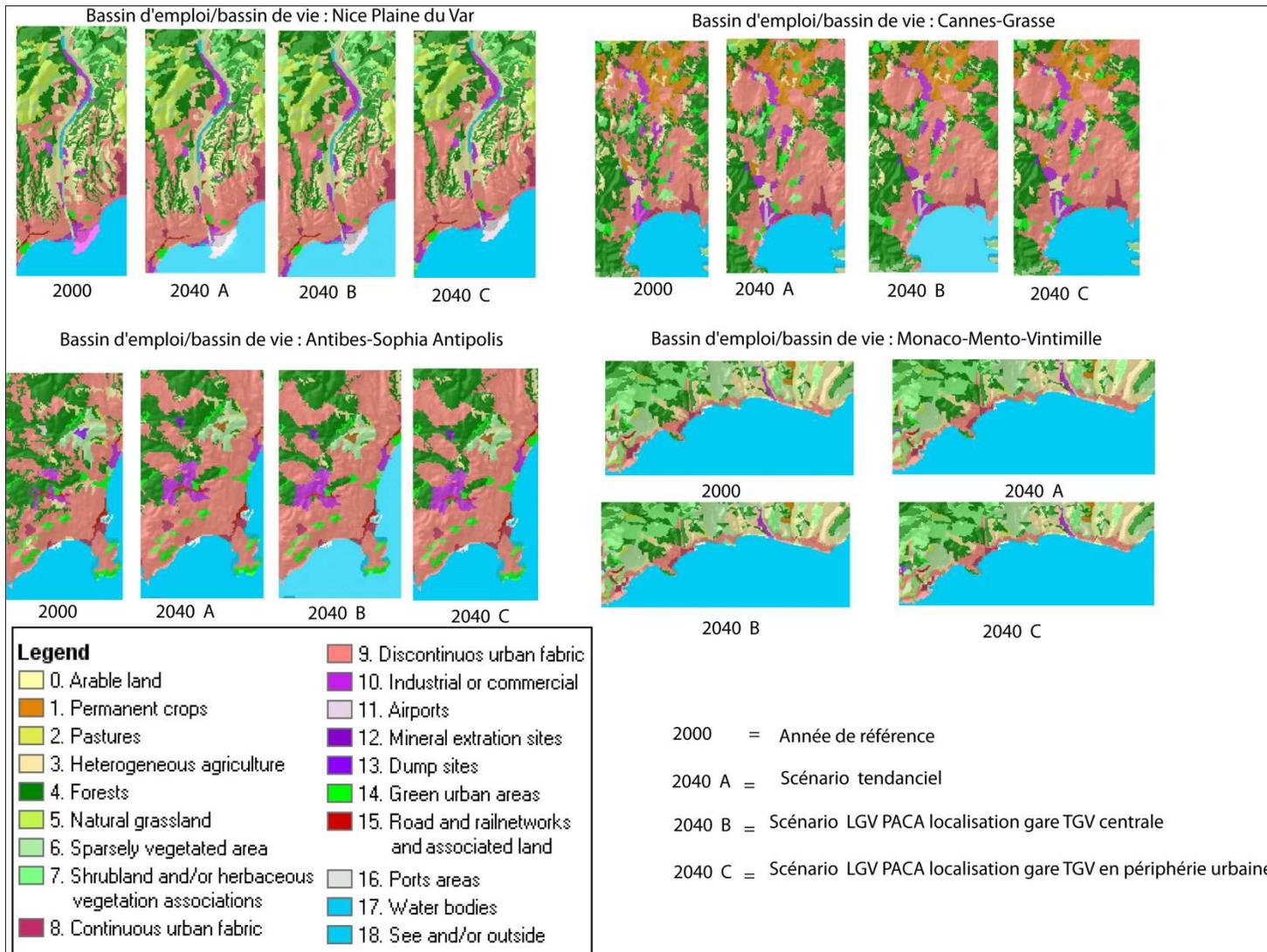


Figure 2.4. : Evolution des bassins de vie et d'emploi de l'aire d'étude en 2040

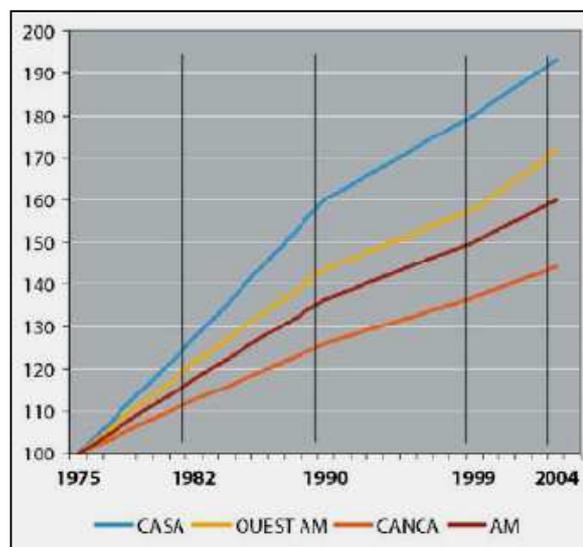
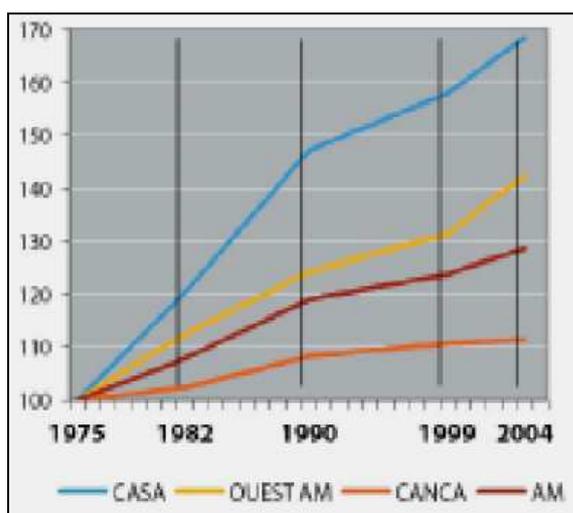


Figure 2.5 : Evolution de la population 1975-2004

Figure 2.6 : Un parc de logement qui a doublé en 30 ans

Source : CASA, 2006

Evolution de la population : Base 100, année de référence 1975)

Evolution du nombre de logements entre 1975 et 2004 (base 100, année de référence 1975)

Une analyse plus globale de l'évolution de l'ensemble de l'aire d'étude montre encore une fois qu'il existe une forte dichotomie entre la partie est et la partie ouest de l'aire d'étude. Si le modèle met en avant une certaine inertie spatiale (avec à l'appui les données relatives aux contraintes physiques), d'autres informations exogènes au modèle, plus précisément des projections de la population des Alpes-Maritimes et de la Province d'Imperia établies par l'INSEE et l'ISTAT pour 2040, permettent toutefois d'apporter des explications plausibles et claires à cette dichotomie spatiale qui semble persister dans le futur. En effet, comme nous pouvons le lire sur la figure 2.7, à l'horizon 2030-2040, la partie française de l'aire d'étude, en l'occurrence le département des Alpes-Maritimes, est appelée à croître de 0,80 % par an, et celle de la Province d'Imperia de 0,54 % (base de données INSEE, 2005 ; et base de données ISTAT, 2007). Ces projections de population, même si elles n'expliquent pas à elles seules la dichotomie est/ouest de l'aire d'étude, représentent une information intéressante dans la mesure où elles constituent un indicateur valable pour décrire la trajectoire future que cet espace devrait pouvoir suivre en 2040.

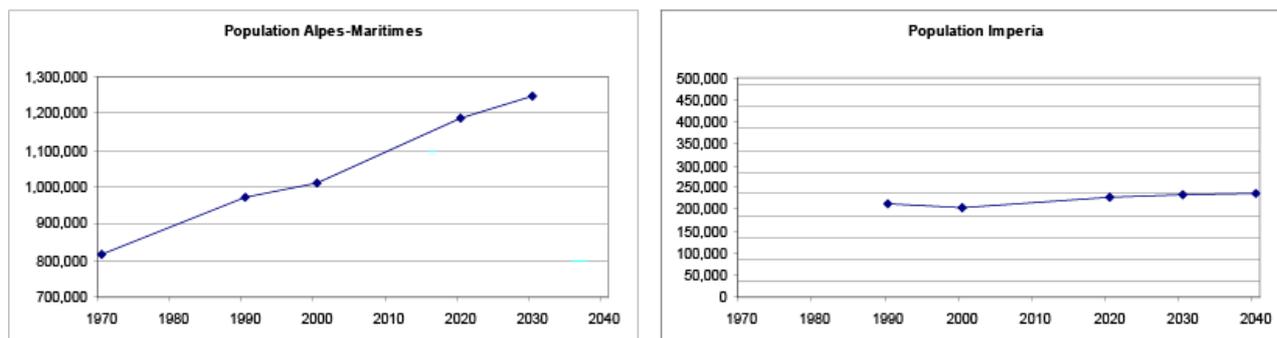


Figure 2.7 : Projection de la population des Alpes-Maritimes et de la Province d'Imperia

Sources : ISTAT, 2007 et INSEE 2005-2006

2.1.3. De la détermination spatiale à la détermination temporelle des changements d'occupation du sol : quelle validité prédictive des changements détectés ?

2.1.3.1. Différenciation des changements d'occupation des sols à l'échelle globale de la modélisation

Il s'agit ici de lire la dynamique spatio-temporelle du territoire transfrontalier à travers le comportement évolutif de trois catégories de classes d'occupation des sols, à savoir les classes agricoles, les classes naturelles et les classes urbaines.

La figure 2.8 à droite montre que selon les années, c'est soit les terres agricoles qui seront sollicitées pour satisfaire la croissance urbaine soit les espaces naturels. À gauche de la même figure, la couleur rouge indique la contribution à la croissance urbaine des zones agricole et en bleue la contribution des zones naturelles. Au regard de cette figure, les espaces agricoles sont beaucoup plus sollicités que les espaces naturels. L'explication peut être de deux ordres. D'abord parce du point de vue morphologique il est plus facile d'urbaniser sur des espaces plats (c'est là que se situent généralement les terres agricoles) que sur des espaces naturels souvent situés dans des zones difficilement accessibles. Ensuite parce que, la réglementation des espaces naturels est très contraignante (Le programme Natura 2000 par exemple), et par conséquent, il est plus difficile de transformer une forêt en un espace urbain que de transformer des terres agricoles en une « nouvelle ville ». Si on compare maintenant les deux scénarios TGV, on peut voir qu'il y a une légère différence. En effet, les niveaux d'accélération et de décélération des espaces agricoles et des espaces naturels ne se situent pas toujours au même moment/pas de temps/itération. Ce qui veut dire que la situation des espaces agricoles et des espaces naturels dans l'espace transfrontalier franco-italien ne se dégrade ni de la même manière ni en même temps. À la 19^{ème} itération par exemple on enregistre plus de perte au niveau des zones agricoles dans le scénario TVG-localisation centrale que dans le scénario TGV-localisation périphérique. Dans la durée, les différents scénarios semblent montrer que la perte des terres agricoles diminue (est-ce parce qu'on aura épuisé toute les réserves foncières situées dans les espaces agricoles? (vraisemblablement)) alors que la diminution des zones naturelles dont les surfaces sont plus vastes continue. Quand

il n'y aura plus de terres agricoles pour construire, et dans l'hypothèse d'une croissance urbaine continue, il faudra bien trouver des réserves foncières disponibles quelque part dans l'aire d'étude. Et, dans un tel contexte, la seule réserve foncière disponible dans l'aire d'étude se situerait au niveau des espaces naturels. D'ailleurs, globalement, la figure 2.10 à droite montre bien que dans la durée il y a une décélération (dans le sens de ralentissement) des espaces agricoles et dans le même temps, une accélération (dans le sens rapidité) des pertes au niveau des espaces naturels. En effet, les pertes au niveau des espaces agricoles se stabilisent contrairement à celles concernant les espaces naturels.

Ces résultats attestent globalement du bon fonctionnement du modèle et qu'il est capable non seulement de reproduire de façon similaire la réalité déjà observée, mais aussi d'avoir la capacité de prédire, au regard des hypothèses émises au préalable de la simulation, les « futurs » possibles d'un territoire. Mais, même si le modèle est robuste et permet de détecter des changements, il est particulièrement difficile de trouver un sens logique profond à tous ces changements, sauf peut être celui de la naissance de nouvelles structures en équilibre avec le temps. La tendance générale de l'évolution urbaine du territoire est proche de l'équilibre. À première vue donc, les résultats semblent nous dire qu'il n'y a pas lieu de s'alarmer sur la croissance urbaine du territoire dans un futur proche. Pourtant, le phénomène de croissance urbaine est un problème majeur dans le contexte de l'aire d'étude et nécessite une politique plus responsable que celle menée jusqu'à aujourd'hui.

Aussi, ces résultats interpellent car des évolutions spatiales sont compréhensibles, alors que d'autres peuvent paraître plus surprenantes dans la mesure où les effets perceptibles sont souvent ceux qui se situent assez loin des futures gares TGV. Toutefois, il ne faut pas oublier que les résultats portent sur des surfaces (occupation du sol) et non sur des données/fonctionnements économiques.

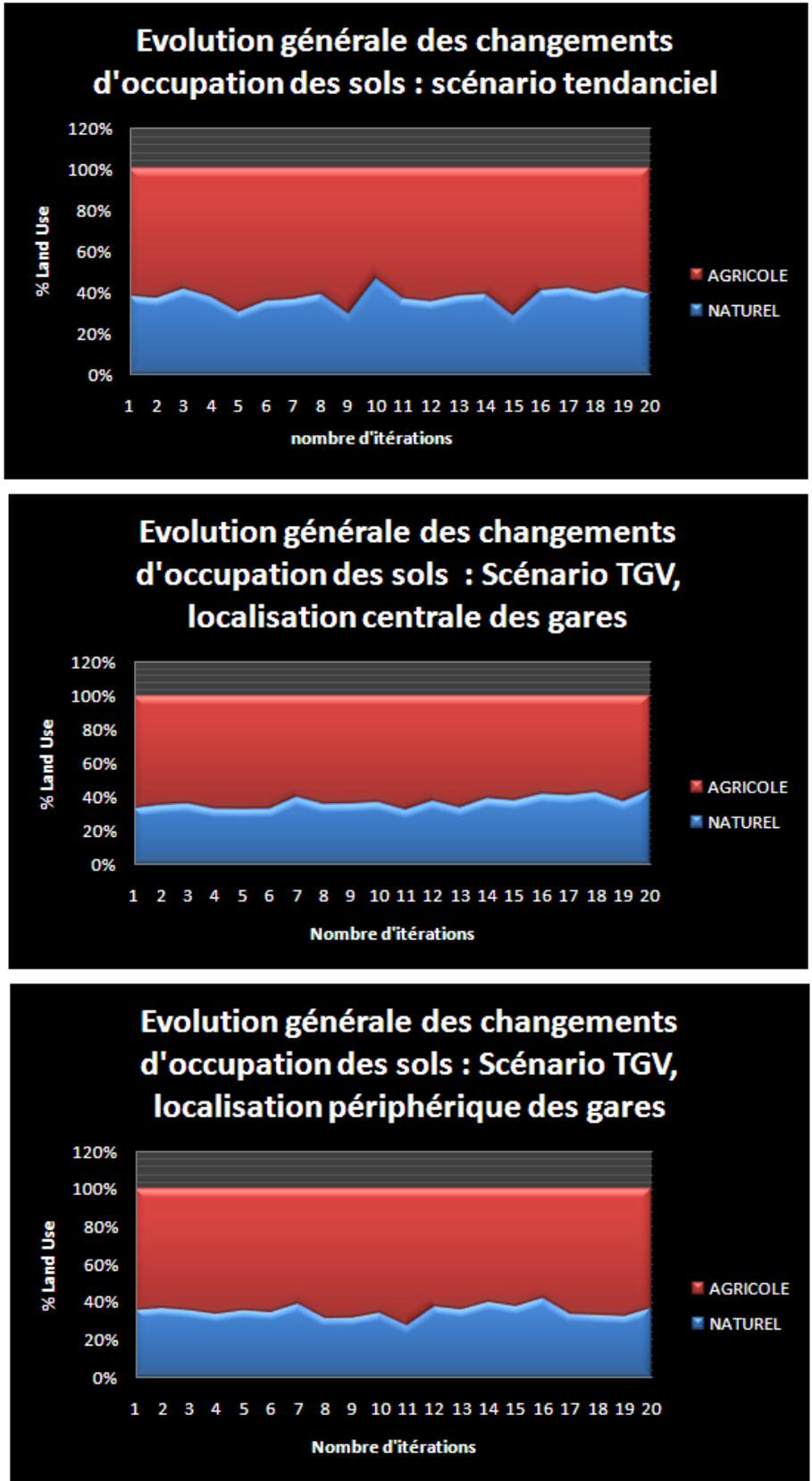


Figure 2.8 : Evolution générale des classes majeures d'occupation du sol : période de simulation, 2020-2040

Les phases d'accélération et de décélération du comportement spatio-temporel des espaces naturels et agricoles présentées au niveau global, se présentent-elles différemment au niveau sectoriel/local ? Observe-t-on la même tendance du rythme d'évolution des espaces naturels, urbains et agricoles au niveau local qu'au niveau global ? Le rapport au temps entre local et global est-il le même au niveau local et global pour les différentes catégories d'occupation du sol ? C'est pour répondre à ces différentes questions que nous proposons dans la section suivante de changer de niveau d'analyse afin de mieux comprendre et visualiser, l'interdépendance entre espaces urbains et espaces agricoles et naturels dans des territoires considérés aujourd'hui (par les acteurs et aménageurs) comme des espaces porteurs d'enjeux.

2.1.3.2. Différenciation des changements et analyse multisectorielle : visualisation de la fragmentation spatio-temporelle des catégories majeures d'occupation des sols

Une analyse multisectorielle permet de détecter avec plus de précision les changements attendus au niveau des territoires à enjeux de l'aire d'étude. L'intérêt de cette démarche multisectorielle est d'une part de montrer que les modèles de diffusion en général, et de façon plus spécifique les modèles d'automates cellulaires contraints à l'image de MOLAND, permettent de formaliser les variations temporelles et de mettre en évidence la dynamique des environnements péri-urbains, et ceci avec beaucoup de réalisme. D'autre part, cet exercice a pour objectif de répondre à des questions plus pragmatiques telles que (1) Les résultats des automates cellulaires varient-ils significativement selon que l'on change de territoire ? (2) La comparaison entre les différents territoires révèle-t-elle l'existence d'espaces plus exposés et donc fragilisés par le phénomène de croissance urbaine ? Observe-t-on des rythmes de changements plus rapides et/ou plus lents selon que l'on se situe au niveau de la Roya Bevera, au niveau du secteur de la CASA ou encore au niveau de la plaine du Var ? Les analyses suivantes vont permettre de répondre à ces différentes questions.

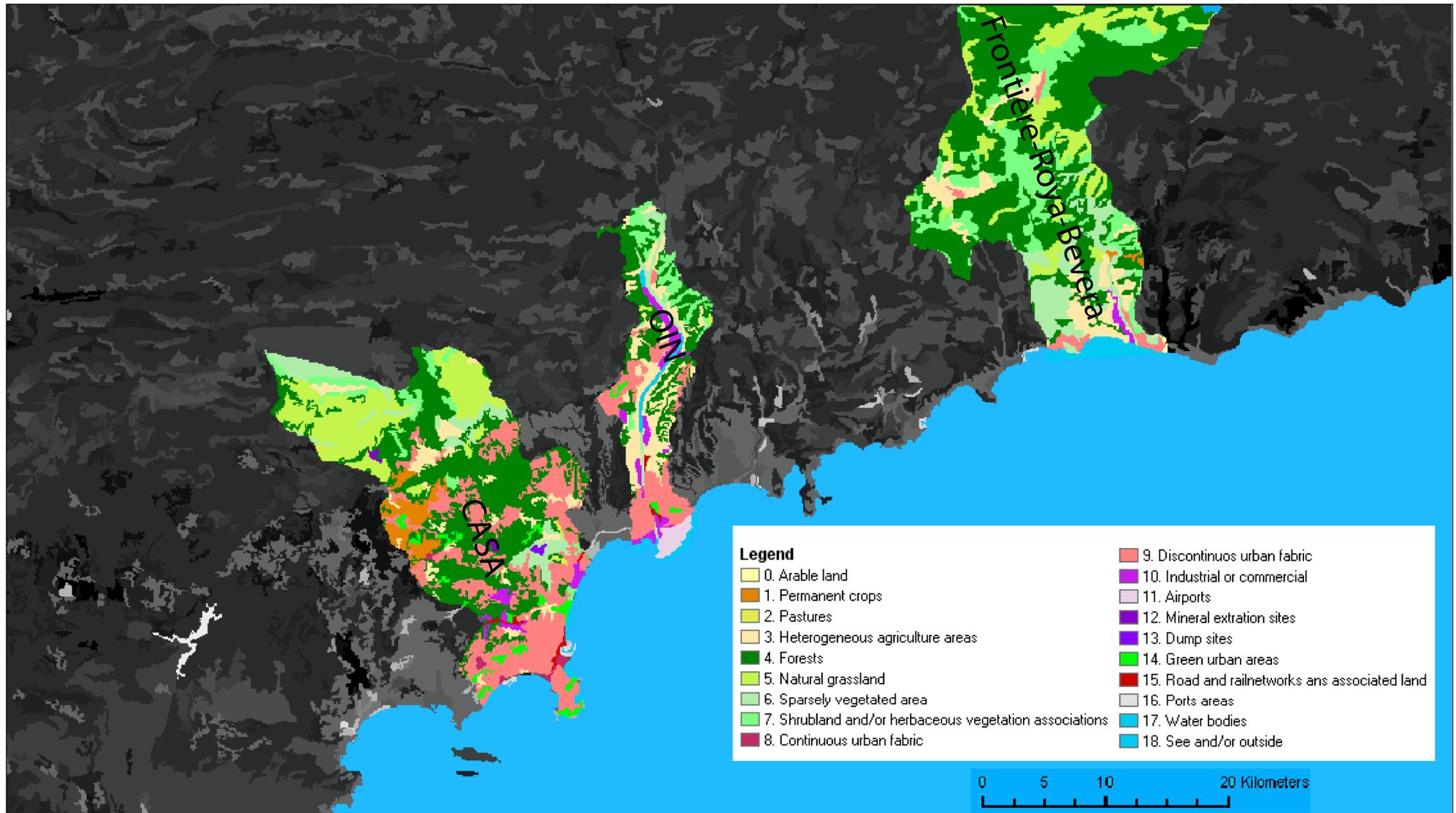


Figure 2.9 : Les différents territoires/secteurs d'analyse en 2000

Le premier territoire qui nous sert de support pour répondre à ces différentes questions est celui de la plaine du Var, terrain de l'OIN (cf. figure 2.10). Les deux gares TGV sont localisées dans ce territoire (au niveau de Saint Augustin pour une localisation centrale et au niveau de Saint-Isidore pour une localisation périphérique). Une première observation des cartes signale un versant est de la plaine du Var qui semble être plus touché par l'urbanisation que le versant ouest (cf. figure 2.9 au milieu de la figure). Ce qui est noté depuis 2000 au niveau de cet espace et à cette échelle, c'est le renforcement des zones déjà urbanisées et non un étalement urbain anarchique comme on pourrait trop vite le croire. La figure 2.13 et la figure 2.15 indiquent que les terrains agricoles, contrairement aux zones naturelles, sont les plus fréquemment sollicités pour répondre aux besoins de l'urbanisation. Aussi, une analyse comparative plus globale entre les éléments de la figure 2.13 et la figure 2.14 et 2.15 indique que le rythme d'évolution du territoire de la plaine du Var est différent des tendances que l'on retrouve au niveau de l'aire d'étude. De même, il est intéressant de noter la différence d'évolution entre le scénario TGV localisation centrale et le scénario TGV localisation périphérique. En effet, et comme le montrent les figures 2.14 et 2.15, au niveau agricole dans la plaine du Var, l'évolution entre les deux scénarios est la même. Ce qui veut dire que quelle que soit la localisation de la gare TGV (centrale et/ou périphérique), le niveau de sollicitation des terres agricoles est le même et demeure moins important que dans le cas du scénario tendanciel (cf. figure 2.13). Pourtant, au niveau des espaces naturels tous scénarios confondus (en haut des figures 2.13, 2.14, 2.15), les résultats sont différents. Comme l'indique d'ailleurs la figure 2.10, les espaces naturels semblent disparaître beaucoup plus vite dans le cas d'une localisation périphérique que dans le cas d'une localisation centrale. Nous pensons que le fait de proposer une gare TGV au niveau de la commune de Saint-Isidore peut jouer un rôle important dans cet écart entre les deux scénarios. Au niveau des espaces urbanisés (cf. figures 2.13, 2.14, 2.15 au milieu), le scénario TGV localisation périphérique des gares montre une croissance plus forte que sur les deux autres scénarios. Encore une fois, la possible localisation de la future gare TGV à cet endroit précis semble pouvoir expliquer les légères différences entre les différents scénarios TGV. De manière générale, on peut dire d'après les différentes figures concernées que la croissance urbaine dans la plaine du Var n'est ni trop rapide ni trop lente, comparée à la tendance de l'aire d'étude. Cependant, les transformations notées au niveau de la classe naturelle dans le scénario tendanciel par exemple, même si elles restent relativement stables, présentent des discontinuités plus ou moins brutales au niveau de son évolution (cf. en haut de la figure 2.13 entre la 11^{ème} et la 39^{ème} itération).

Le second territoire examiné est celui de la CASA (cf. figure 2.11). Contrairement au territoire précédent, les changements sont plus marqués avec des évolutions rapides au niveau de la classe naturelle et urbaine par exemple, et ceci dans tous les scénarios. Quant à la classe agricole, elle semble s'inscrire dans la même dynamique que les autres territoires, même si on note la présence de transformations plus discontinues au niveau du scénario tendanciel entre

les 1^{ère} et 24^{ème} itérations par exemple. L'explication peut venir du fait que la réserve foncière la plus importante de l'aire d'étude se situe encore dans la partie ouest, au niveau de la CASA plus exactement. Toutefois, cette classe semble se stabiliser dans la durée même si son évolution reste continue (cf. figures 2.13, 2.14 et 2.15). Une nette différence est à noter entre les tendances observées sur le territoire de la CASA et les tendances observées au niveau de l'aire d'étude. Indéniablement, la croissance urbaine au niveau de la CASA, comparée aux autres territoires (plaine du Var et Roya-Bevera), est beaucoup plus prononcée, confirmant ce qui a déjà été démontré dans le diagnostic spatial : c'est dans cette partie du territoire que la dynamique urbaine est la plus forte (cf. figures 2.13, 2.14 et 2.15 en bas). Les différentes figures indiquent aussi que les classes naturelles au niveau de la CASA, contrairement à la plaine du Var, sont beaucoup plus sollicitées que les classes agricoles dans le but de satisfaire le besoin de l'urbanisation au niveau du scénario tendanciel. Toutefois, comparé au territoire de la plaine du var et celui de la Roya Bevera, le territoire le plus sollicité au niveau agricole reste le territoire de la CASA, sauf au niveau du scénario gare TGV où tous les territoires au niveau de la classe agricole sont pratiquement sollicités de la même manière (cf. figure 2.14 en bas).

Les deux autres scénarios TGV indiquent que les espaces naturels continueront à être sollicités plus au niveau du scénario localisation périphérique des gares TGV et moins au niveau du scénario localisation centrale des gares TGV. On peut supposer que le fait de localiser la gare TGV à Mouans Sartoux joue un rôle dans cette différenciation de rythme d'évolution.

Le territoire de la Roya (figure 2.12) contraste avec les deux précédents territoires par le vide relatif qui le caractérise. Rappelons que la ligne frontière se situe exactement à ce niveau et qu'elle est matérialisée par la présence de la montagne. Tous scénarios confondus, ce territoire reste le moins artificialisé et demeure dans sa globalité un espace naturel protégé. C'est à ce niveau que se localise effectivement l'essentiel des parcs régionaux ainsi que l'essentiel des forêts les plus protégées (cf. Partie 1, diagnostic spatial). Ici plus qu'ailleurs, on observe de rares éléments/classes d'occupation du sol à évolution rapide. En effet, les figures 2.13, 2.14 et 2.15 semblent indiquer des évolutions lentes et une très grande stabilité au niveau de toutes les classes d'occupation des sols. Les seules transformations significatives dans le scénario tendanciel concernent la classe naturelle, et là encore, c'est seulement entre les 25^{ème} et 27^{ème} itérations qu'une certaine discontinuité est remarquée. Toutefois, même si elle n'est pas vraiment significative, la classe agricole semble se transformer de façon plus contrastée que la classe naturelle ou encore urbaine, comme l'indiquent les trois scénarios (cf. figures 2.13, 2.14 et 2.15: la Vallée de la Roya). L'explication de la stabilité de cette partie du territoire est simple. Il y a des effets de barrière qui semblent moins soumis à l'influence humaine ce qui complique la dynamique urbaine. Aussi, même si la frontière en tant que barrière administrative n'a pas été introduite directement dans le modèle, MOLAND, de par

sa forte capacité de simulation, de par sa sensibilité à l'effet de contiguïté, a reproduit explicitement cet effet frontière grâce à la donnée *suitability maps* qui rend le modèle plus réaliste.

En guise de synthèse de cette section, les figures 2.10 à 2.15 révèlent des situations locales différenciées et des résultats très contrastés et discontinus. Des différenciations au niveau des incréments temporels ont pu être décelées ; selon les scénarios et en fonction des territoires, ces résultats sont plus ou moins intenses. Par incréments temporels, on entend ici des laps de temps et/ou des pas d'intervalles étendus ou restreints. Dans cette simulation, le pas d'intervalle est d'une année, ce qui est relativement court et, à cette échelle, la structure de l'occupation du sol subit des transformations stables mais continues, lentes ou rapides par ce bref laps de temps. La force de simulation du modèle est très grande et les différenciations des classes d'occupation du sol le montrent une fois de plus. Des changements se produisent continuellement dans ces trois territoires que nous venons de voir et le modèle l'indique.

Quatre séries de conclusions peuvent être déduites de l'ensemble des résultats de la simulation. Tout d'abord, les classes d'occupation du sol n'ont pas les mêmes rythmes d'évolution temporelle. En effet, certaines classes d'occupation du sol (c'est la classe naturelle par exemple) sont relativement statiques/lentes mais avec une évolution continue en fonction du territoire (le territoire de la plaine du Var et de la Roya Bevera par exemple) et ne semblent montrer aucune altération significative dans les 30 prochaines années, et ceci quel que soit le scénario contrairement aux idées reçues. Mais cette même classe d'occupation du sol montre un autre visage, quel que soit le scénario encore une fois, quand on la retrouve au niveau de la CASA (cf. Figure 2.11). En effet, ici plus qu'ailleurs, cette classe d'occupation du sol présente une dynamique rapide et pour le moins saccadée (cf. figure 2.13 ; 1.14 ; 2.15). Cette classe semble profondément se modifier au fil du temps. La deuxième conclusion est que le comportement d'une classe d'occupation n'est pas homogène sur un même territoire. La troisième est que le modèle révèle que la proportion du territoire occupé par les terres agricoles s'érode de façon vivace mais différente selon les scénarios et les territoires d'intervention. On peut également noter que les différences entre les deux scénarios TGV ne sont pas très importantes mais que globalement, la classe d'occupation des sols agricoles continuera à être sollicitée quel que soit le scénario et quel que soit le territoire d'analyse, afin de répondre au besoin de l'urbanisation de l'aire d'étude. Enfin, la quatrième conclusion est que les modifications très rapides sont relativement rares et que ce sont les classes d'occupation du sol les plus dépendantes de l'homme qui enregistrent des modifications significatives. En effet, un milieu naturel offre encore des possibilités de transformation et d'artificialisation dans la mesure où c'est encore un espace flexible. En revanche, un milieu déjà artificialisé/aménagé par l'homme devient moins flexible/espace saturé, les transformations sont plus difficiles et l'évolution tend à se bloquer et devient par conséquent plus lente. Aussi, dans l'ensemble de ce territoire transfrontalier, on peut ajouter que même si

l'évolution se fait dans le sens d'une artificialisation des espaces agricoles ou naturels, le processus reste lent. Cette lenteur peut être expliquée d'abord par le fait que nous sommes en présence d'espaces très tôt occupés par l'homme, donc une artificialisation relativement précoce – généralement avant la seconde guerre mondiale – sur la Côte d'Azur et la Riviera italienne. Ensuite, par le fait que la densification urbaine s'accroît de façon continue avec des phases d'urbanisation diffuses et concentrées, un mécanisme qui provoque un effet de seuil au niveau de la croissance urbaine. En effet, les processus de croissance urbaine sont souvent le fait d'une logique d'évolution avec création de seuil et de rupture.

Ces résultats dépendent de l'échelle à laquelle nous avons travaillé et de l'échelle pour laquelle les données ont été disponibles pour faire tourner le modèle MOLAND. Il existe une réelle dépendance à l'échelle des modèles basés sur les automates cellulaires (Marceau et al., 2008) ; par ailleurs, la structure physique de l'espace transfrontalier franco-italo-monégasque pris en compte par le modèle à travers les suitability maps valide l'idée *qu'aucune composante du milieu physique n'est jamais parfaitement stable, mais que l'invariance d'une composante de l'environnement est fonction de l'échelle spatiale et temporelle retenue* (Dauphiné, 1980). De surcroît, ces résultats confirment une fois de plus que l'effet de voisinage et de contiguïté est déterminant dans le modèle et que certaines classes d'occupation du sol obéissent plus que d'autres à des tendances globales régionales.

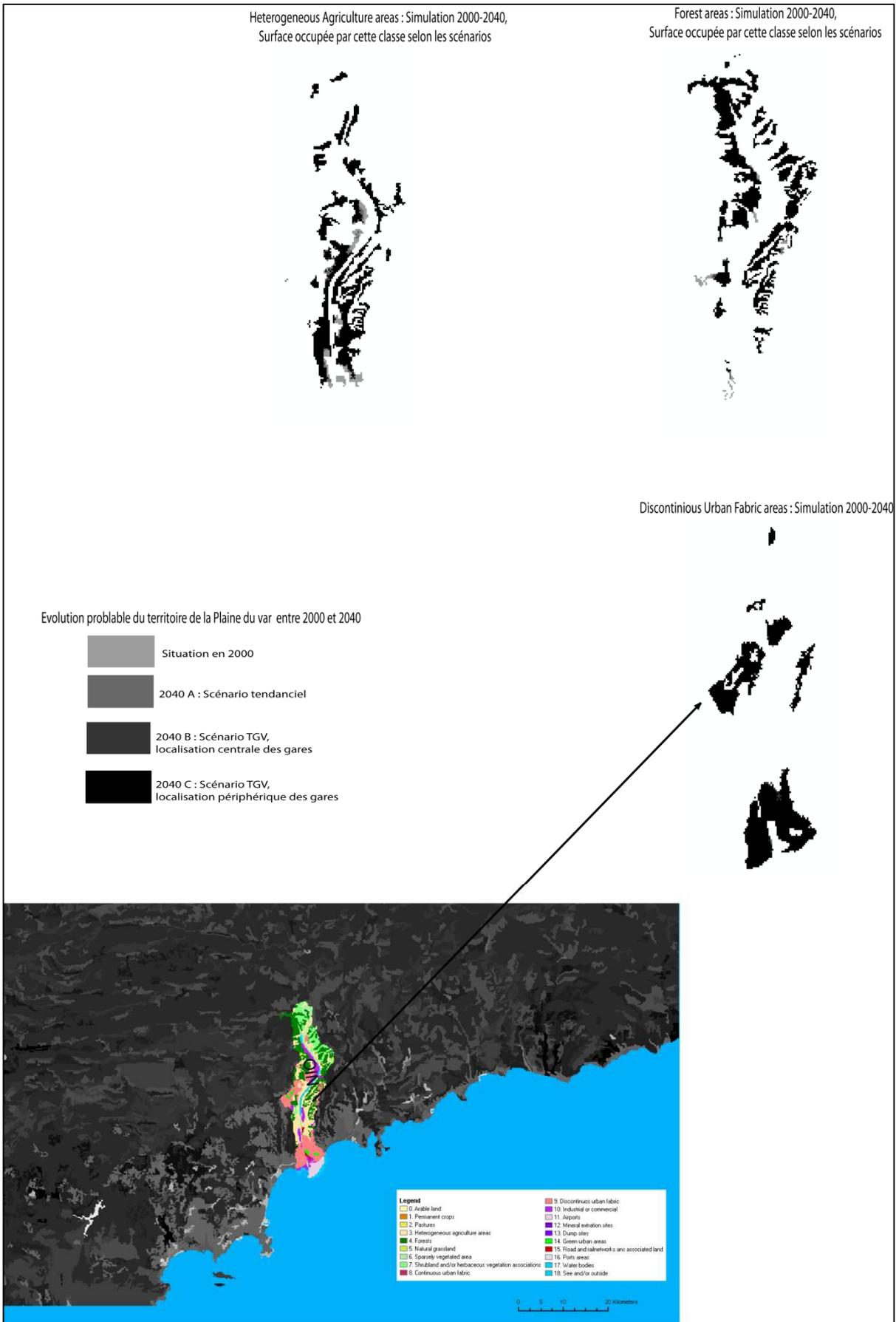


Figure 2.10: L'évolution des principales classes d'occupation du sol du territoire de l'OIN vs la plaine du Var entre 2000 et 2040

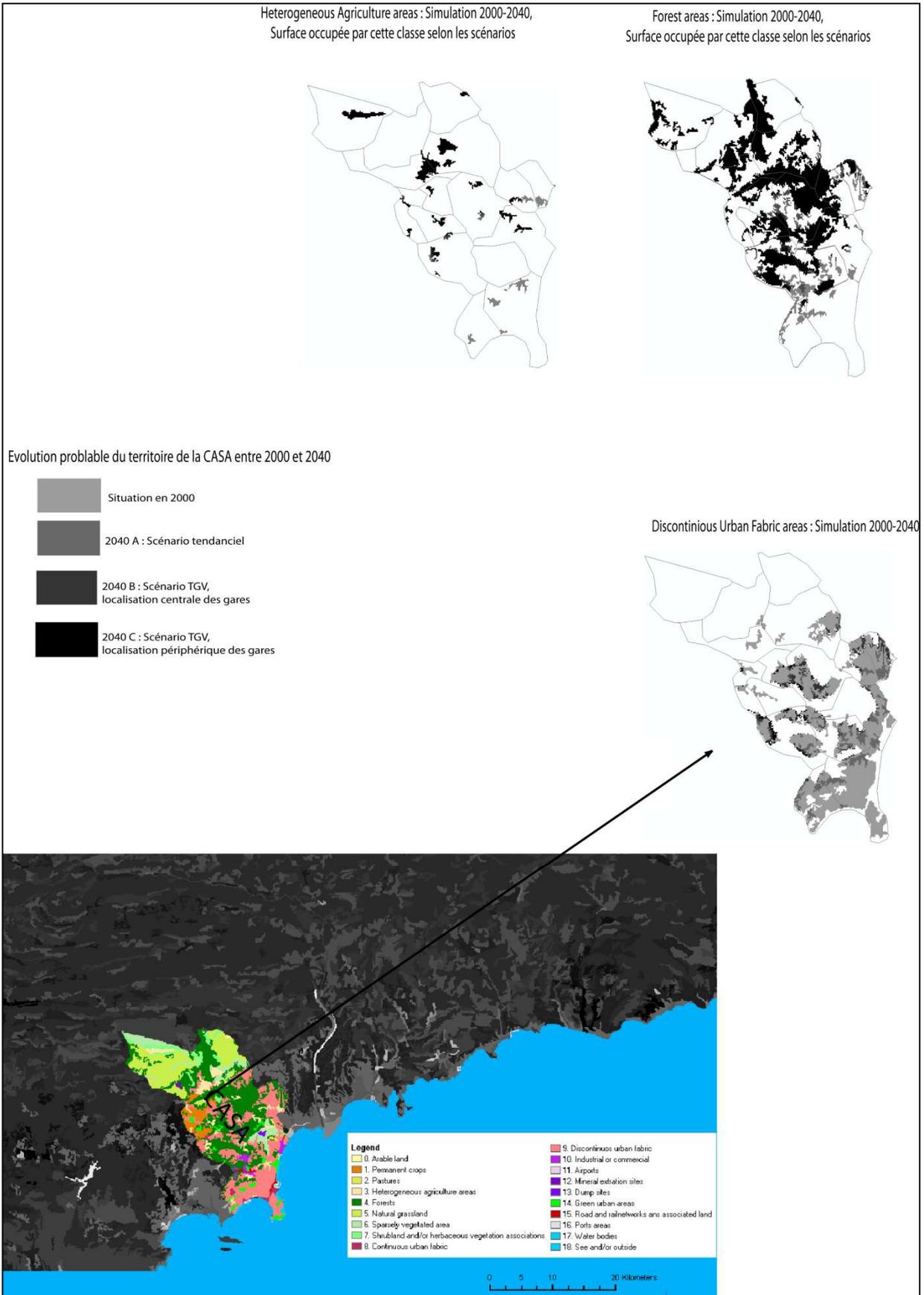


Figure 2.11 : L'évolution des principales classes d'occupation du sol du territoire de la CASA entre 2000 et 2040

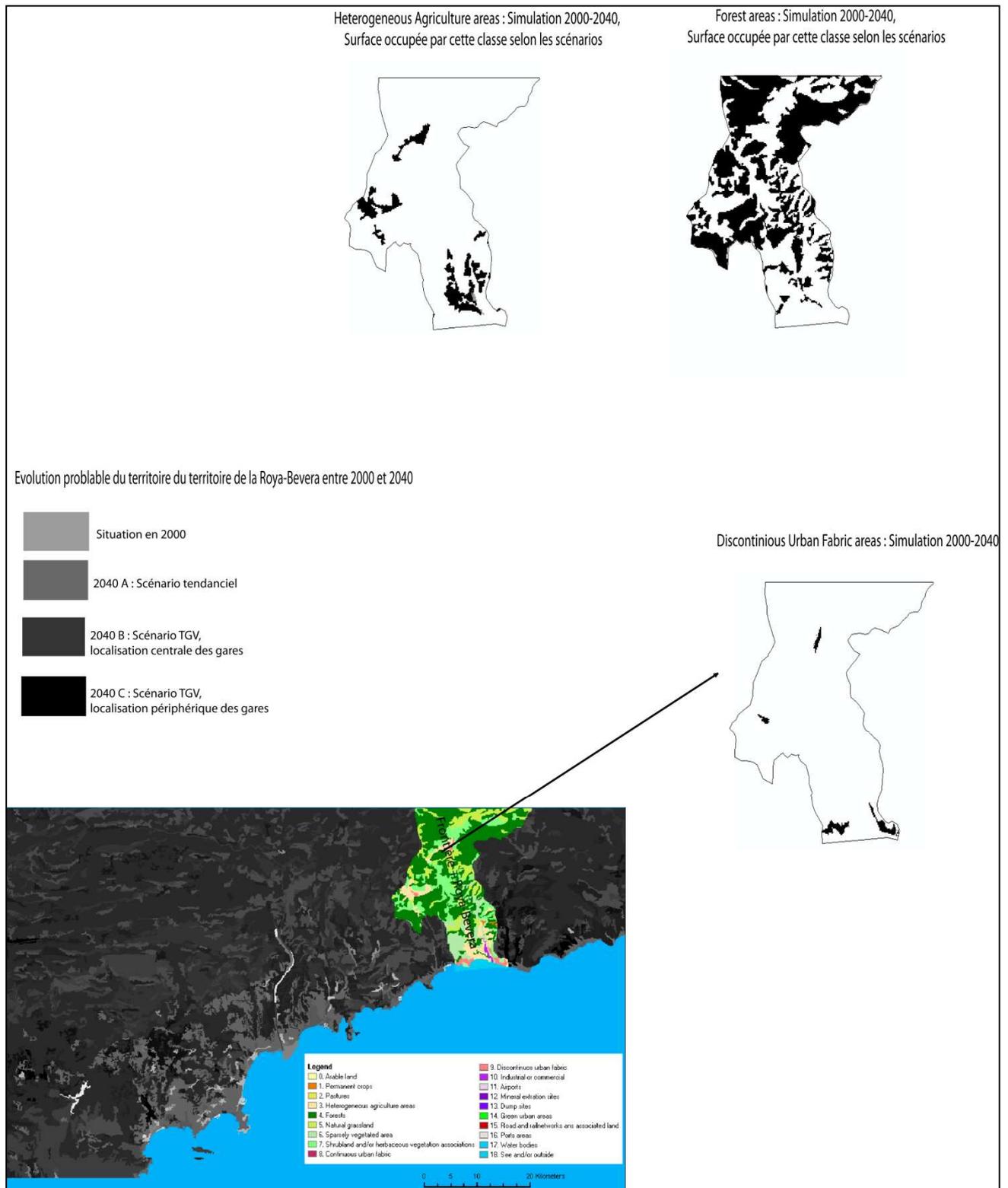


Figure 2.12 : L'évolution des principales classes d'occupation du sol du territoire de la Roya-Bevera entre 2000 et 2040

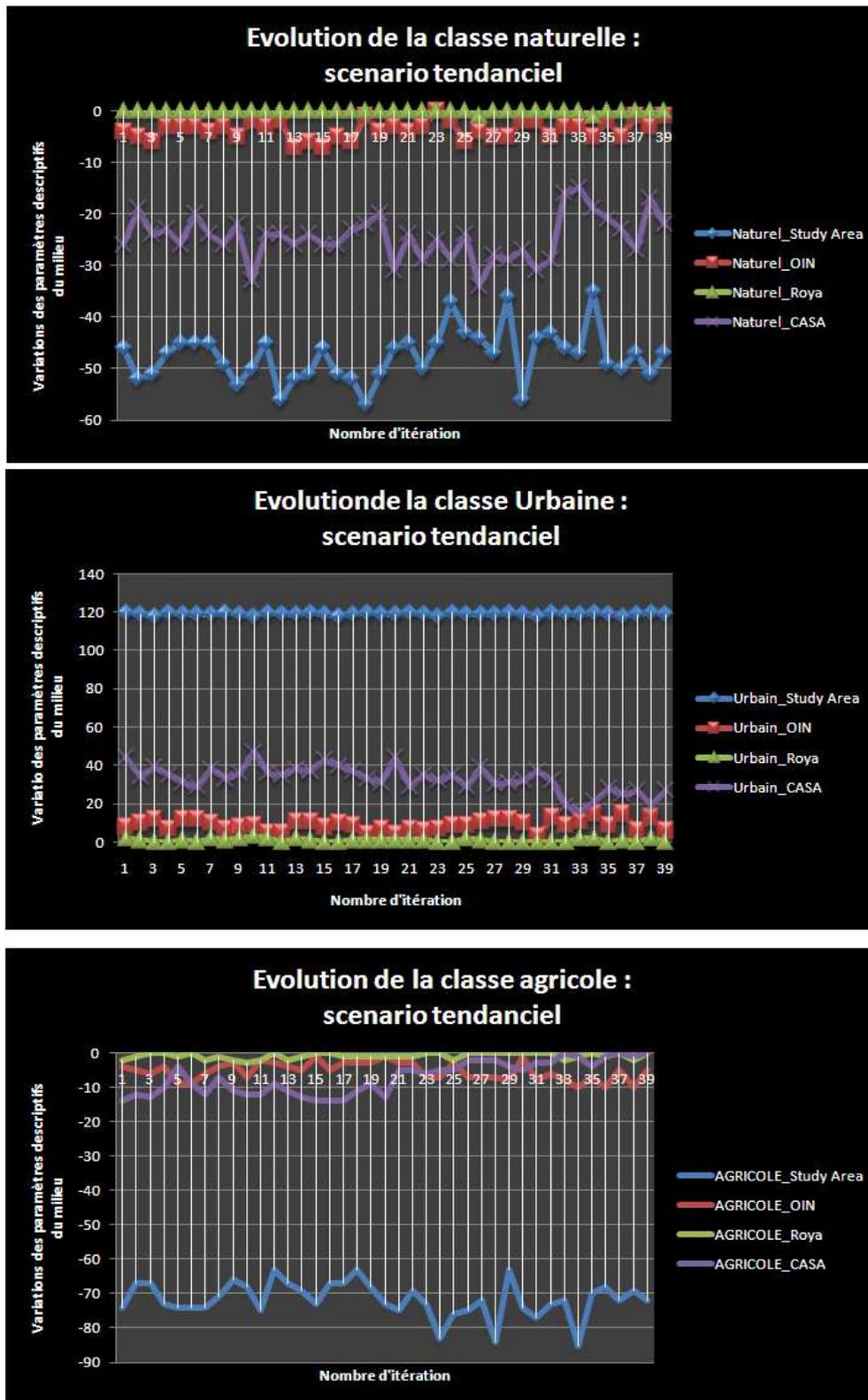


Figure 2.13 : Différenciation des changements d'occupation du sol sur différents secteurs : scénario tendanciel, période 2000-2040

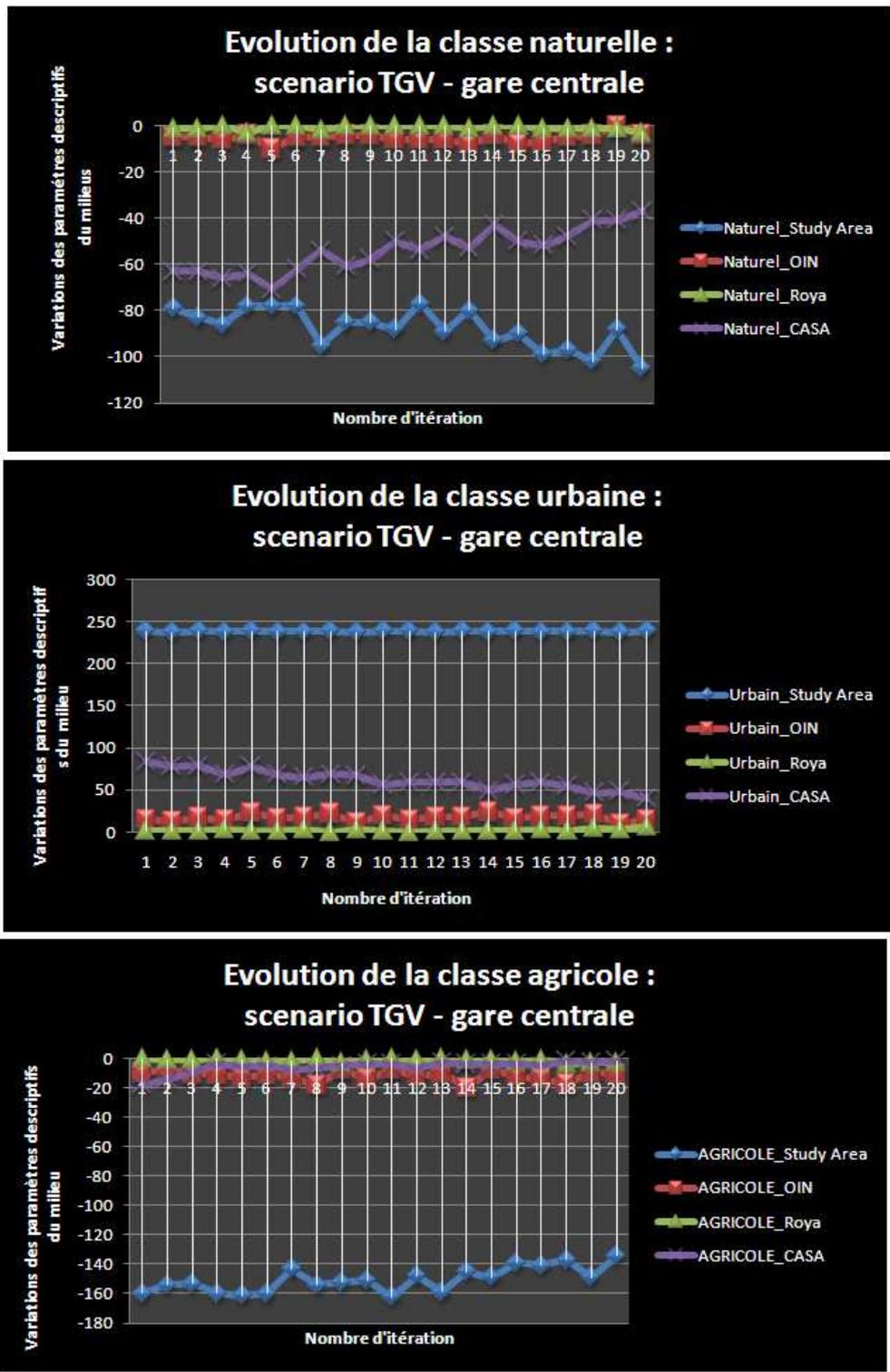


Figure 2.14 : Différenciation des changements d'occupation du sol sur différents secteurs : scénario localisation centrale des gares TGV, période 2020-2040

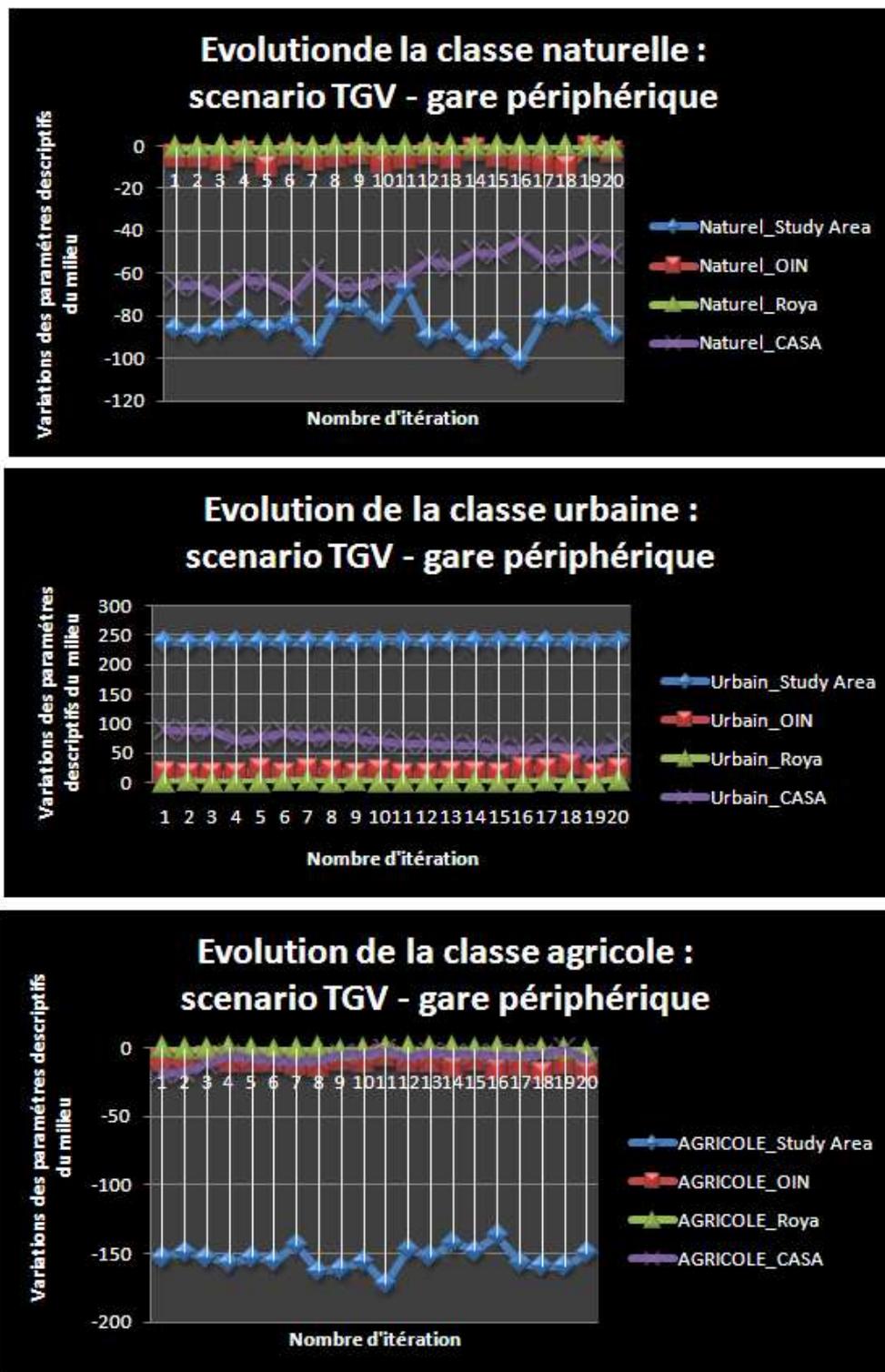


Figure 2.15 : Différenciation des changements d'occupation du sol sur différents secteurs : scénario localisation périphérique des gares TGV, période 2020-2040

2.2. L'accessibilité du territoire transfrontalier à partir de 2020

2.2.1. L'accessibilité : un concept largement investi par les scientifiques

Depuis de nombreuses décennies, l'accessibilité et sa mesure est un concept récurrent qui a suscité beaucoup d'intérêt parmi les scientifiques. Dans cette recherche, les systèmes de transport ainsi que l'occupation des sols sont intégrés ensemble dans l'évaluation de cette accessibilité. Globalement, l'accessibilité est cette facilité à avoir accès à un bien matériel ou à un idéal (le plus aisément possible) et qui se situe dans un espace géographique identifié ou dans un espace virtuel (accès à internet par exemple/web access).

Toutefois, s'il est plus ou moins aisé à tout un chacun d'apporter une définition acceptable au concept d'accessibilité, il n'en demeure pas moins que la manière dont on doit aborder, mesurer quantitativement ou qualitativement, en d'autres termes appréhender la question de la facilité à accéder à un bien/service et/ou un lieu, reste la préoccupation majeure des chercheurs. Pour illustrer nos propos, nous prenons comme témoins, d'une part la multiplicité des articles scientifiques et études de plus en plus complexes dédiés à l'évaluation de l'accessibilité, et d'autre part, l'existence de théories (théorie des graphes, par exemple) et autres méthodes et/ou outils/modèles de plus en plus perfectionnés et généralisables. Prenons pour exemple la méthode des isochrones d'accessibilité - destinée à mesurer l'accessibilité - reprise aujourd'hui par nombre de géographes sous des angles différents et qui, traditionnellement, a été utilisée sous sa forme la plus aboutie dans les années 1970 par Martin Wachs et Gordon Kumagai en 1973.

Actuellement, des modèles de plus en plus complexes sont mis en place pour mesurer l'accessibilité. Pourtant, si on y regarde de plus près, en règle générale, les équations proposées par les différents modèles pour mesurer l'accessibilité, obéissent à un seul principe, quasi universel : d'abord la prise en compte de la distance, ensuite la considération de la distance-temps (temps de parcours par exemple entre un point A et un point B à partir d'un mode de transport spécifique). Tous ces modèles ont un objectif commun : l'opportunité, selon la distance et/ou le temps de trajet (selon le moyen de transport), d'accéder à un bien et service situé dans l'espace géographique. Aussi on peut penser que si l'idée de calculer l'accessibilité en y intégrant les systèmes de transport ainsi que l'occupation des sols a été théorisée depuis longtemps, le modèle MOLAND, grâce à son paramétrage et dans l'optique de simuler le devenir, participe à sa concrétisation.

Par ailleurs, si l'on se pose la question de savoir comment mesurer quantitativement l'accessibilité, on peut s'autoriser à dire qu'il existe autant de réponses que de modèles qui, à travers des équations mathématiques et paramètres spécifiques, permettent de proposer des réponses diverses.

2.2.2. Pourquoi est-il important de simuler l'accessibilité future d'un territoire ?

Plusieurs raisons peuvent expliquer l'importance pour les chercheurs, encore aujourd'hui, de simuler le concept d'accessibilité. Nous pouvons en énumérer cinq toutes interdépendantes les unes des autres.

La première raison est la nécessité d'aide à la décision. En effet, les acteurs soucieux de l'équilibre spatial de leur territoire peuvent se pencher sur les travaux des chercheurs afin de trouver des voies pertinentes pour combler les écarts de niveau d'accessibilité entre différents lieux. De ce fait, le rôle du chercheur est d'apporter des bases de connaissances indispensables pour atténuer durablement les déséquilibres spatiaux existants. Le travail du scientifique à cet égard, est fondamental car en mettant en évidence les différents niveaux d'accessibilité sur un espace donné, il aide à comprendre directement ou indirectement certaines inégalités spatiales (dues en partie à la nature du maillage du réseau de transport en place) et par voie de conséquence, les écarts de développement territorial. Des écarts illustrés par une concentration des bassins de vie et d'activités économiques au niveau de lieux souvent situés à proximité des réseaux de transport. Cependant, il convient de le rappeler, les seules analyses des scientifiques ne suffisent pas à atteindre l'objectif qui est de combler les déséquilibres spatiaux. Pour arriver à cet objectif majeur (qui par ailleurs est un enjeu pour la majorité des territoires), une politique volontariste ainsi que des mesures d'accompagnement efficaces correspondant aux besoins de chaque espace sont indispensables pour garantir une réussite et donner encore plus d'épaisseur aux préconisations du scientifique.

La seconde raison invoquée est la nécessité de valoriser un lieu à fort potentiel socio-économique, autrement dit une zone d'intérêt stratégique pourtant handicapée soit par l'inexistence d'un réseau de transport efficace, soit tout simplement par l'absence totale d'un réseau de transport quel qu'il soit (routier, ferroviaire, aérien et/ou maritime).

La troisième raison est la volonté de maintenir ou de stimuler (quand elle existe) et/ou de créer (quand elle est simplement absente) de l'attractivité territoriale, dans le but de promouvoir un développement territorial.

La quatrième raison est liée au besoin de plus en plus croissant pour les régions de s'intégrer à un réseau dynamique. C'est l'exemple de certaines régions éloignées du réseau européen à grande vitesse qui, par la décision de construire une ligne à grande vitesse, espèrent bénéficier des avantages socio-économiques que peut entraîner le train à grande vitesse, et se rapprocher par la même occasion de la dorsale de l'Europe active qui va de Londres au Piémont, en passant par le Rhin.

La cinquième raison est certainement l'intérêt de mettre en évidence les relations entre transport, occupation du sol et mobilité. En effet, il est important de pouvoir montrer la

manière dont l'accessibilité peut avoir des incidences positives ou négatives (par exemple, quel est le risque qu'un espace déjà fragile, comme c'est le cas avec les espaces naturels, le devienne davantage en devenant accessible ? en d'autres termes, à quel niveau de fragilité faudrait-il s'attendre si cet espace est traversé par une nouvelle infrastructure de transport ?) sur la structure des espaces d'une part, et d'autre part, sur le niveau de mobilité de la population résidente. La figure 2.16 démontre le fait que l'accessibilité a forcément des conséquences sur la structure de l'occupation du sol, et ses conséquences sur la mobilité en général sont plus directes (Geurs et Van Wee, 2004). La figure 2.16 révèle certes l'importance, dans le cadre de la mesure de l'accessibilité, d'intégrer les propriétés complexes de l'occupation des sols, mais aussi, elle indique l'articulation permanente qui existe entre un sous-système de transport et un système territorial donné. Mais en poussant plus loin la réflexion, on peut penser que la figure 2.16, en introduisant l'occupation du sol dans le sous-système des transports, schématisede manière simple mais parlante le caractère fondamental du facteur occupation du sol dans la problématique de l'aménagement durable des territoires.

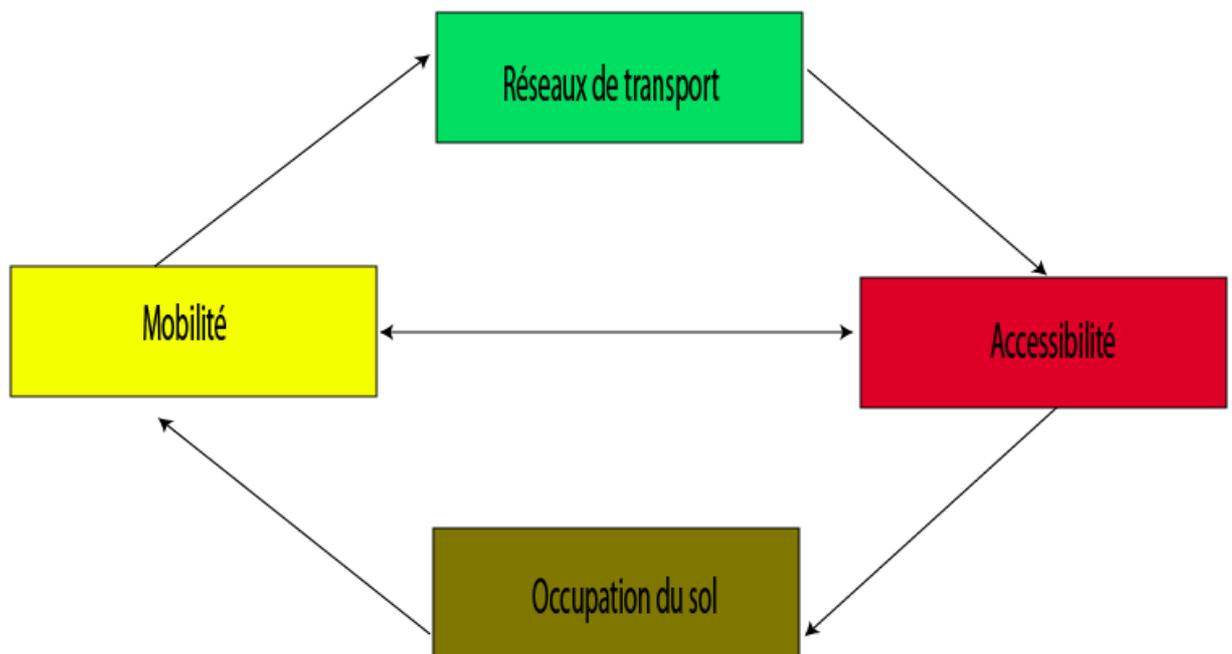


Figure 2.16 : Relations spatiales entre accessibilité et occupation des sols

2.2.3. Les « contours » complexes de l'accessibilité simulée d'un espace transfrontalier : dimension sociale et dimension spatiale de l'accessibilité

2.2.3.1. L'accessibilité juste ou comment introduire une dimension sociale au concept d'accessibilité ?

Le concept d'accessibilité, qui la plupart du temps est considéré seulement dans sa dimension spatiale et/ou géographique, a pourtant une dimension sociale trop importante pour

ne pas être abordée dans cette recherche car les conséquences, telles que les exclusions sociales et spatiales, sont des réalités. L'accessibilité juste, de quoi s'agit-il précisément ? Pour expliquer ce concept, nous proposons de prendre en compte les implications positives ou négatives qui sont et peuvent être générées par l'accessibilité. En effet, l'accessibilité peut produire des effets sociaux, comme par exemple de l'exclusion sociale³⁸, quand elle est mauvaise, et par conséquent une faible mobilité des personnes qui se situent au niveau des isochrones les moins accessibles. En revanche, quand l'accessibilité est très bonne, elle permet une inclusion sociale impliquant logiquement une forte mobilité des personnes situées dans les isochrones les plus accessibles. Ces deux paradigmes, inclusion sociale et exclusion sociale, sont conceptualisés dans la figure 2.17 ci-après qui met en évidence les interactions entre accessibilité, globalisation, mobilité et développement durable des espaces (Farrington, 2007). Cette figure montre l'angle d'appréciation plus complexe que l'on doit avoir de l'accessibilité quand on introduit une dimension sociale. Elle fait référence aux travaux de Cass et al, en 2005 qui positionnent l'accessibilité comme étant au centre du schéma d'inclusion et/ou d'exclusion sociale : *Appreciating the networked nature of social life makes the notion of 'access' more complexe and less locally focused*. Dès lors, l'objectif pour les chercheurs qui se penchent sur la question des conséquences socio-spatiales de l'accessibilité, est d'apporter des réponses claires dans le débat de la lutte contre l'exclusion sociale des populations les moins accessibles. En montrant la nécessité de corréliser dimension sociale à dimension spatiale de l'accessibilité, il devient possible de sortir certains territoires de l'isolement et d'assurer au plus grand nombre, une mobilité durable. Le terme « accessibilité juste », dans le sens « *True accessibility* » ou « *Right accessibility* » en anglais, s'inscrit dans des débats plus larges de justice sociale et d'exclusion abordés par certains scientifiques qui se sont interrogés, dans le cadre de la géographie de transport, sur le rôle de l'accessibilité au niveau de l'exclusion sociale en Grande Bretagne (Mosely, 1979 ; Social Exclusion Unit, 2003b). Dans leur globalité, ces débats invitent à une réflexion poussée sur les conséquences des maillages d'un réseau de transport métropolitain donné sur le niveau d'intégration/accessibilité d'une population et/ou commune donnée à un ensemble socio-économique dynamique « (...)a generic discourse of access is increasingly influential in current thinking about the causes and consequences of social exclusion » (Cass *et al.*, 2005, p. 540). Aussi, en proposant d'introduire dans l'analyse de l'accessibilité du territoire transfrontalier franco-italien à l'horizon 2040, une dimension spatiale et sociale de l'accessibilité des populations et des territoires, cette recherche met en relation deux entités interdépendantes : l'espace et le social. Dimension sociale donc, au-delà de la dimension spatiale. C'est en s'investissant au préalable dans une telle réflexion empirique que l'on peut dégager avec intérêt les enjeux liés à l'accessibilité de l'aire d'étude à l'horizon 2040. Dans un contexte de développement durable des territoires, l'enjeu qu'induit la question de la dimension sociale de l'accessibilité est sérieux car, en abordant la dimension sociale de

³⁸ « The origins of term are associated with contribution made by french social scientists such as Lenoir (1974) and Lefevre (1974) who built on marxist notions of socio-spatial exclusion as a necessary condition of capitalism and examined how new spaces of representation could promote new forms of empowerment" (Preston and Rajé, 2007 pp 151-160)

l'accessibilité dans un contexte de développement durable des territoires, on touche forcément à sa dimension économique dans la mesure où, les populations rigoureusement inaccessibles, restent exclues des vraies opportunités de vie (services, éducation, santé, transport, etc.), comme le fait remarquer Farrington dans les lignes suivantes : *Accessibility policy goals also impact on the economic dimension of sustainability : measure to effect the provision of life opportunities, through services, training, education, health, transport, and so on inevitably have consequences for governance budgets and frequently for the private sector.* (Farrington, 2007). Ce qui est intéressant dans la dimension sociale de l'accessibilité c'est qu'elle nous entraîne toujours dans d'autres dimensions comme celle de l'environnement : *Policies which promote greater accessibility for social reason have not just economic but also environment impacts* (Farrington, 2007). Pour conforter cette idée, citons l'exemple de la Vallée de Suza en Italie où le train à grande vitesse est bloqué par les populations qui préfèrent rester isolées des grandes aires métropolitaines de Lyon et Turin que de voir leur territoire desservi, encore moins traversé par la ligne TGV. Aussi, non seulement elle fait appel à une dimension sociale, spatiale et économique, mais l'accessibilité soulève également la question des environnements fragiles. C'est une question de choix parfois qui se pose sur certains territoires qui préfèrent rester isolés plutôt que de voir leur territoire défiguré par les réseaux de transport. Cet exemple concret de la vallée de Suza amène une question fondamentale : le concept d'accessibilité et celui du développement durable sont-ils vraiment compatibles ? C'est à ce niveau que se dessinent les contours complexes du concept de l'accessibilité longtemps enfermée dans sa dimension spatiale et qui pourtant, nous l'avons vu, nous invite à encore plus de réflexion. Les paradigmes d'inclusion et d'exclusion sociales, dans un contexte de développement durable des territoires, obligent les acteurs locaux à prendre des mesures appropriées pour leurs administrés.

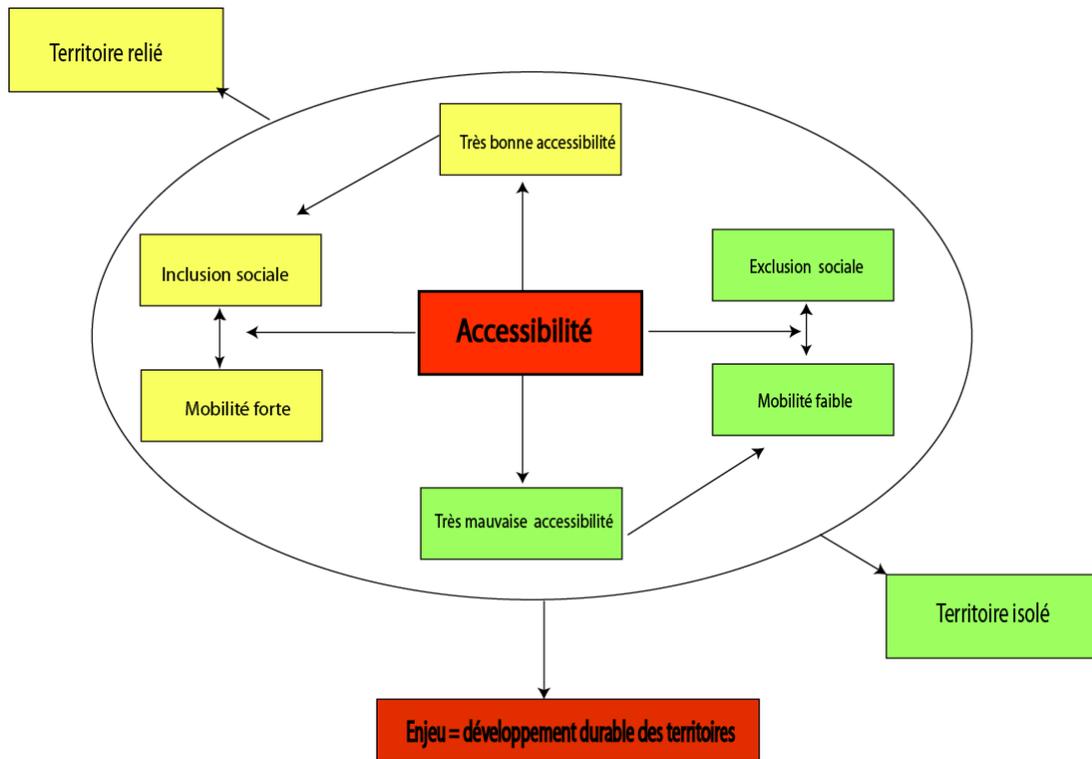


Figure 2.17 : Conceptualisation des interactions entre l'accessibilité, la mobilité, l'inclusion sociale et l'exclusion sociale

Cellule des définitions

L'accessibilité juste est celle qui cherche à garantir une proximité/un accès à tout un chacun aux biens matériels et immatériels situés dans un espace géographique donné. L'accessibilité juste est donc celle qui ne favorise aucune forme d'exclusion (exclusion sociale et exclusion spatiale).

Cette définition renferme une certaine utopie certes (Chapelon, 2007) mais cela n'empêche pas de réfléchir sur les *chances comparables à chaque territoire de se développer* qu'il soit urbain, périurbain ou ruraux (Commissaire au plan, 1992).

Le phénomène **d'exclusion sociale** est défini comme étant : *a constraints-based process which causes individuals or groups not to participated in the normal activities of the society in which they are residents and has important spatial manifestations* (Preston and Rajé, 2007) ; et le phénomène **d'inclusion sociale** qui pour le « Centre for economic and social Inclusion » de Grande-Bretagne (2002), est : *the reverse process to social exclusion where processes are limiting participation in civil society and social inclusion where processes are encouraging participation in civil society.*

2.2.3.2. Incidences socio-spatiales potentielles de l'accessibilité en 2020 : la mise en articulation entre dimension sociale et dimension spatiale

- Incidences spatiales de l'accessibilité en 2020 : l'accessibilité comme indicateur principal d'exclusion territoriale

Il s'agit ici de représenter une accessibilité géographique, donc spatiale, et d'analyser ses conséquences potentielles au niveau social. Deux scénarios sont proposés afin de fournir des images possibles de l'état de l'accessibilité de l'espace transfrontalier franco-italien en 2020 dans un contexte de ligne à grande vitesse (LGV PACA). Le premier scénario propose une localisation des gares TGV au niveau des centres urbains principaux de l'aire d'étude, à savoir Cannes-Mandelieu, Nice-Aéroport et Vintimille, et le second scénario propose une localisation des futures gares TGV en périphérie urbaine au niveau de Mouans Sartoux, Saint Isidore et Bevera (cf. figure 2.18). Dans sa dimension la plus spatiale (c'est-à-dire relation entre accessibilité et territoires), la figure 2.18 nous montre une nette amélioration de l'accessibilité dans un contexte LGV PACA, comparée à la situation de référence, c'est-à-dire l'année 2000. En effet, des communes qui jusque-là étaient écartées de l'isochrone accessibilité en 2000 (couleur jaune, figure 2.18) assistent à une amélioration évidente de leur situation initiale (couleur orange de la figure 2.18). C'est le cas par exemple des communes de Vence, Tanneron, Grasse dans les Alpes-Maritimes et Dolceacqua, Perinaldo et Soldano en Italie. Pour certaines communes telles que Bar Sur Loup, Saint Vallier de Thiey, Bezaudun les Alpes, ou encore Le Tignet dans la partie française, Apricale, Isolabona et Rochetta Nervina en Italie, c'est seulement dans le cas d'une localisation périphérique des gares TGV (couleur rouge de la figure 2.18) que leur situation devrait pouvoir s'améliorer. L'analyse est simple, plus les gares sont localisées à l'extérieur des centres urbains, plus les communes les plus accessibles seront étendues. Toutefois, et on le voit bien dans la figure 2.18, l'essentiel des communes du proche arrière-pays, quelle que soit la localisation choisie, resteront écartées des isochrones accessibles. Ces communes rigoureusement inaccessibles sont généralement celles qui ne sont pas traversées et/ou desservies par des axes de transports, tous modes confondus. La distance qui les sépare des axes de transport est tellement importante dans certains cas qu'elles ne peuvent pas avoir un niveau d'accessibilité acceptable. Aussi, nous pouvons ajouter que quel que soit le scénario développé, si la distance qui sépare la commune du réseau de transport est trop importante, l'accessibilité est automatiquement nulle (plus on s'éloigne du réseau, plus on s'éloigne des isochrones accessibles). Une autre explication de la difficile accessibilité des communes de l'arrière-pays est la présence de la montagne, qui joue un rôle de barrière entre le réseau existant et la commune, et bloque en quelque sorte la diffusion de l'accessibilité. En effet, certaines communes, à l'image de Tourette du Château, Rochette ou Roquesteron-Grasse dans les Alpes-Maritimes, ou encore Pigna en Italie - pourtant physiquement peu éloignées des réseaux de transports - restent malgré cela durement inaccessibles. Une dernière explication pourrait être l'absence dans cette région de politique volontariste d'interrelation et d'intermodalité entre principaux modes de transport. Les résultats d'une telle politique, associés aux composantes physiques des espaces, créent une discrimination spatiale dont les communes de l'arrière-pays sont victimes et qui n'est pas sans

conséquences au niveau social. C'est dans cette perspective qu'il faut inscrire l'analyse suivante traitant de la dimension sociale de l'accessibilité dans l'espace transfrontalier franco-italien.

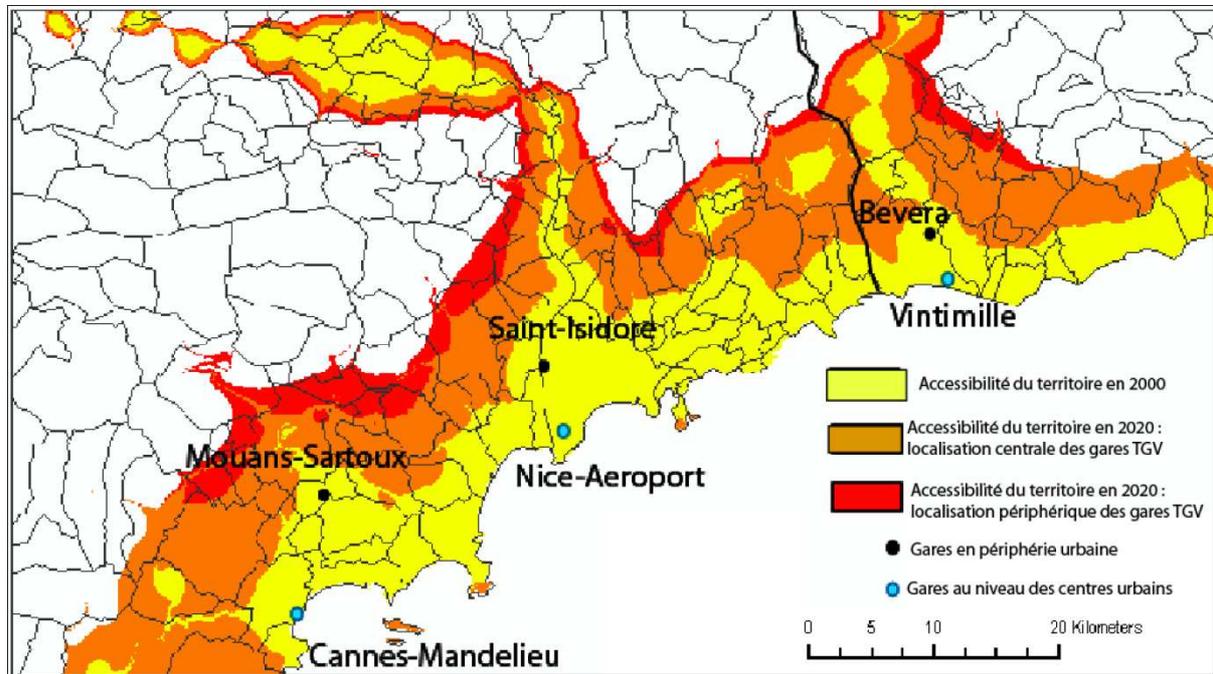


Figure 2.18 : Les « accessibilités » de l'espace transfrontalier franco-italien à partir de 2020

- Incidences sociales de l'accessibilité en 2020 : l'accessibilité comme indicateur principal d'exclusion sociale

En examinant les conséquences potentielles de cette nouvelle accessibilité dans sa dimension purement sociale, c'est-à-dire dans un processus de mise en relation entre accessibilité et population, deux phénomènes sont mis en évidence : les phénomènes d'exclusion sociale et d'inclusion sociale, définis, précédemment dans l'encadré de la page 232. Au regard de ces définitions, le phénomène d'inclusion sociale peut être compris comme le processus inverse du phénomène d'exclusion sociale qui sous-entend que des populations soient isolées des activités socio-économiques et/ou socioculturelles d'une communauté, du fait de l'absence de réseaux de transport adaptés. L'inclusion sociale est déterminée par l'accès (facilité par l'existence d'infrastructure de transport) à son lieu de travail, la possibilité d'accéder facilement (à partir d'un réseau de transport) à des soins de santé, d'accéder à l'éducation (écoles, universités, cinémas, services postaux...), au logement, à la culture et aux loisirs, etc. Rapportée à la population des communes, la figure 2.18 montre qu'en 2000, 25 % de la population était en dehors des isochrones accessibles (cf. figure 2.18 en jaune), soit environ 300 000 personnes. Avec une localisation centrale de l'infrastructure gare TGV, 70 % des 300 000 personnes devraient voir leur accessibilité s'améliorer (cf. figure 2.18 en orange). Dans le cas d'une

localisation périphérique des gares TGV, 78 % des 300 000 personnes les moins favorisées par l'accessibilité en 2000 rejoindraient directement les isochrones accessibles (cf. figure 2.18 en rouge). On peut donc dire que la majorité des 300 000 personnes exclues des isochrones accessibles en 2000 devraient voir leur sort s'améliorer en 2020 grâce à l'arrivée de la grande vitesse ferroviaire. Par conséquent, si on part du postulat selon lequel ces 300 000 individus physiquement exclus de l'accessibilité en 2000, le sont également au niveau social et économique car isolés des bassins économiques (emplois, services, université) localisés majoritairement dans la bande littorale de l'aire d'étude, dans ce cas l'amélioration de leur situation, en d'autres termes leur « inclusion sociale » devient un enjeu pour les acteurs et une nouvelle perspective de recherche pour nous. Une perspective dont les éléments et prémices de réflexion sont exposés dans le dernier chapitre de cette étude (cf. chapitre 3, partie 3). Aussi, dans le contexte de la politique d'aménagement durable des territoires que mènent les acteurs locaux, l'inclusion sociale des populations par le biais de l'accessibilité en général, et par conséquent l'accès aux biens, emplois, hôpitaux (...), doit se situer au centre de leur préoccupation avec l'objectif de maintenir « durablement » des liens sociaux, assurés au préalable par l'existence d'un réseau de transport accessible à tous.

- Ainsi, il paraît plus que nécessaire aujourd'hui de coupler accessibilité et développement durable dans le cadre des politiques urbaines. Ce couplage doit même être posé comme un préalable à toute politique visant à aménager durablement les espaces ruraux et urbains fragiles comme l'espace transfrontalier franco-italien. Nous l'avons vu, la carte des isochrones (figure 2.18) permet de tirer des enseignements non seulement sur l'inaccessibilité de certains territoires, mais aussi et surtout sur l'isolement que celle-ci induit par rapport aux opportunités économiques qui sont généralement concentrées dans les principales villes et le long des principaux axes de transport. Avec l'arrivée du TGV, des territoires voient certes s'améliorer leur niveau d'accessibilité, mais cette infrastructure nouvelle semble également contribuer à creuser les disparités spatiales au niveau de l'accessibilité entre arrière-pays et bande littorale, phénomène que nous avons déjà observé dans la partie diagnostic spatial (cf. partie 1).

2.3. Détermination des espaces sous tensions et des espaces à enjeux sur la base des résultats de la simulation

Comment définir le concept d'espace à enjeux ? Les travaux en cours au laboratoire UMR ESPACE traitent cette question et ont pour objectif de tenter d'apporter des éléments de réponse. À notre modeste niveau de réflexion, que peut-on dire du concept d'espace à enjeux ? Tout d'abord, il nous est permis d'avancer une première remarque : selon l'angle d'attaque envisagé (croissance urbaine, protection des espaces naturels, accessibilité et mobilité, etc.), les espaces à enjeux ne seront pas les mêmes, leurs frontières pouvant muter, changer, bouger, glisser vers un territoire plus proche ou plus éloigné et se transformer au fil

du temps. On distingue des espaces à enjeux liés à la pression urbaine (cf. figure 2.19), et des espaces à enjeux liés à l'accessibilité (cf. figure 2.20, partie hachurée sur la carte). De ce constat, on peut en déduire que la notion d'espace à enjeux n'est ni fixe ni absolue, elle est même fortement changeante et se dessine, en fonction du lieu, de l'échelle d'analyse et enfin de la thématique de recherche. Pour exemple, dans une recherche s'inquiétant de l'expansion urbaine démesurée d'un territoire, certains sites vont apparaître comme des espaces à enjeux tout simplement parce qu'ils sont plus exposés à ce phénomène, ou encore parce que leur environnement immédiat, dominé par des espaces naturels et/ou agricoles, est constamment sous pression urbaine et demande à être protégé. En revanche, le même territoire, dans une problématique d'accessibilité, ne présentera aucun intérêt car appartenant d'ores et déjà aux groupes des territoires les plus accessibles, quel que soit le scénario présenté : scénario avec grande vitesse ferroviaire ou scénario sans grande vitesse ferroviaire. De même que la thématique de recherche, l'échelle d'analyse et/ou d'observation est également un facteur déterminant dans l'identification des espaces à enjeux car, un lieu peut se manifester comme un espace à enjeux au niveau du quartier, et perdre cette qualification dès l'instant que l'on passe à l'échelle communale, régionale, nationale, voire européenne et mondiale.

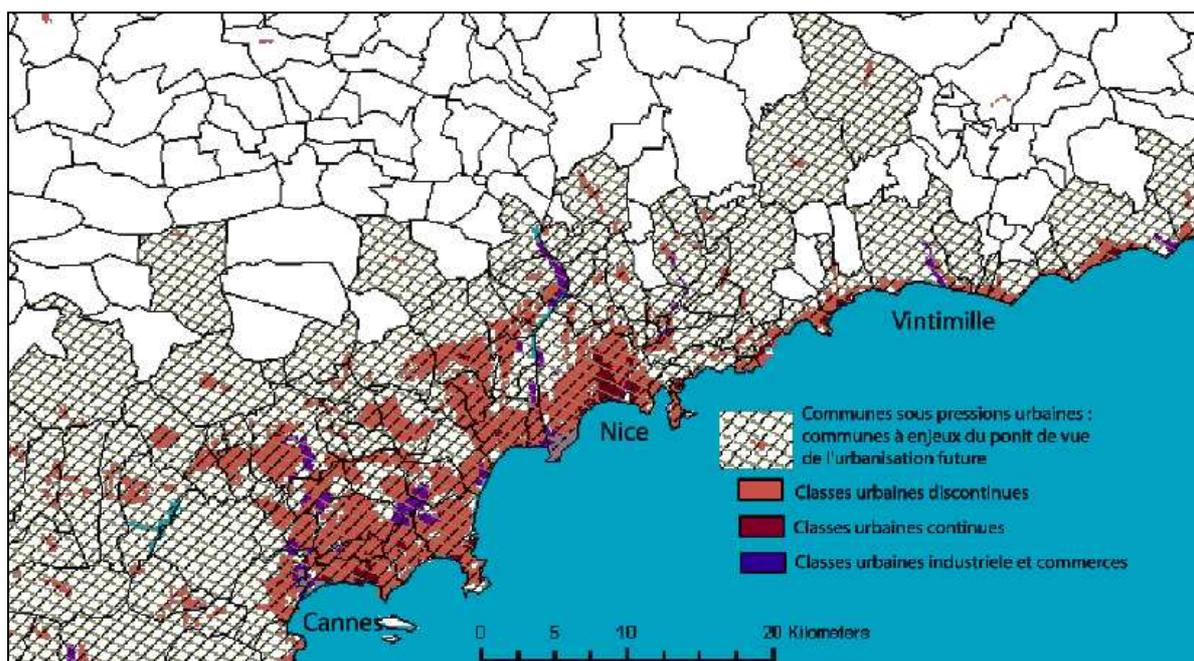


Figure 2.19 : Communes à enjeux du point de vue de la croissance urbaine :
scénario « localisation centrale de gare TGV »

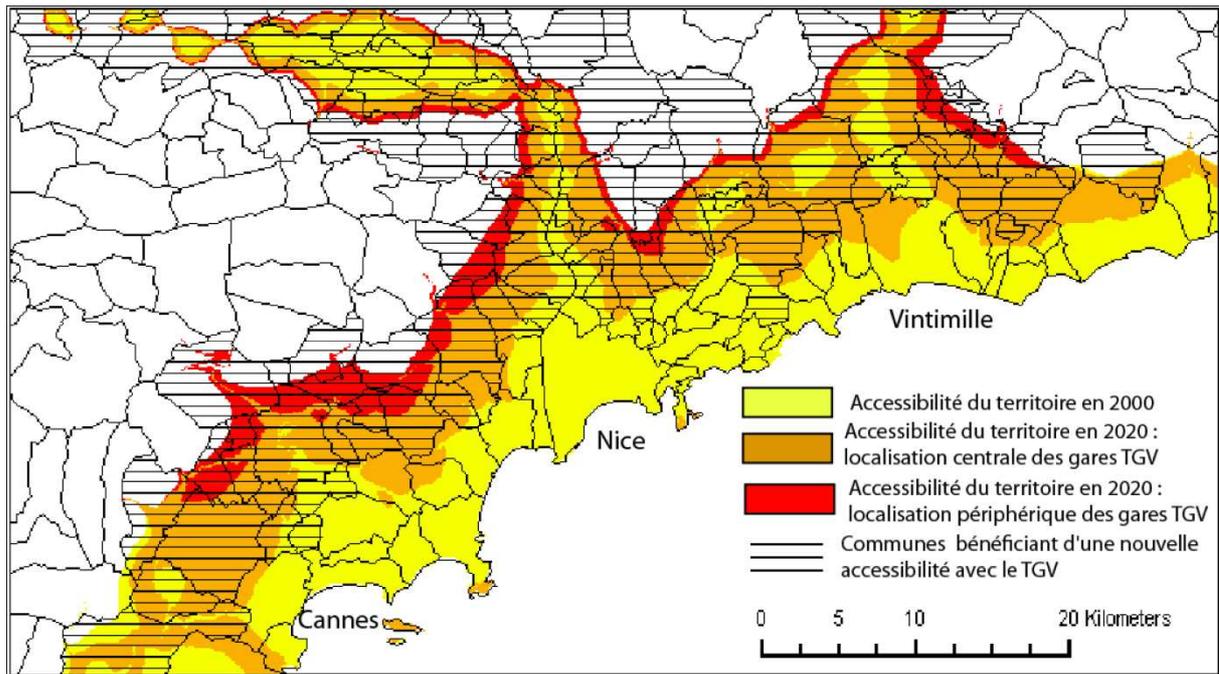


Figure 2.20. : Communes à enjeux du point de vue de la future accessibilité

Le point central qui émerge au terme de cette brève réflexion est qu'un espace à enjeux est un espace qui mérite plus d'attention que d'autres de la part des décideurs et des aménageurs. Cet espace est visualisable, mais toujours est-il que son identification dépend de l'échelle d'observation du chercheur et de l'échelle d'action d'un acteur. Sur le périmètre de notre aire d'étude, différentes catégories d'espaces à enjeux ont été identifiées. D'une part des espaces à enjeux visualisés grâce à la simulation de la croissance urbaine future du territoire dans un contexte de LGV PACA ou en son absence, et d'autre part des espaces à enjeux visibles et visualisés à partir de simulations de l'accessibilité future de l'aire d'étude selon les différents scénarios : localisation centrale et localisation périphérique des gares TGV et enfin, des espaces à enjeux que nous appelons ici des espaces « rigoureusement » à enjeux car disposant de fort potentiel de développement et pourtant isolés de toutes les opportunités économiques et ignorés des acteurs politiques.

Une leçon peut être tirée de ces résultats : ce ne sont pas les espaces desservis directement par la ligne à grande vitesse qui sont plus affectés par la croissance urbaine ou par l'accessibilité. L'effet semble donc se ressentir plus loin.

Conclusion du chapitre 2

Ce chapitre a permis de montrer que certains territoires de l'espace transfrontalier franco-italien en 2040 devraient subir de profonds changements, tant au niveau de la croissance urbaine qu'au niveau de l'accessibilité simulée. La partie occidentale de l'aire d'étude se révèle être la plus dynamique à tous les niveaux. Toutefois, si dans la partie est la croissance urbaine reste peu importante, au niveau de l'accessibilité en revanche, le nombre

de communes qui devraient bénéficier d'une meilleure accessibilité en 2020 est considérable, comparé à la situation de 2000. De ce fait, on peut considérer que les communes qui devraient gagner de l'accessibilité en 2020, sont des espaces à enjeux auxquels devraient s'intéresser les acteurs dans le cadre des mesures d'accompagnement du projet LGV PACA. La question de l'accessibilité des territoires a mis en évidence un autre phénomène dans l'aire d'étude : l'exclusion de certains territoires tous scénarios confondus, et donc l'exclusion de leurs populations face aux opportunités économiques qu'offre la bande littorale. Cette réflexion portant sur l'exclusion sociale provoquée par l'inaccessibilité de certains territoires n'est pas nouvelle, comme nous avons pu l'observer. A quel point l'infrastructure grande vitesse peut-elle l'accentuer et/ou l'atténuer ? Et les conséquences de l'inaccessibilité sur les populations sont-elles plus criantes dans un contexte transfrontalier ? Enfin, quelles sont les méthodes existantes et à mettre en place pour analyser la dimension sociale de l'accessibilité dans un contexte transfrontalier ? Ce sont là des pistes de recherche que nous aimerions explorer. En attendant de les inscrire dans de nouveaux travaux, il s'agira dans le chapitre suivant de poser déjà quelques fondamentaux et idées préliminaires permettant de prendre en compte cette dimension sociale de l'accessibilité.

Chapitre 3 : Accessibilité et exclusion sociale dans les territoires urbains, périurbains et ruraux : Comment explorer la dimension sociale de l'accessibilité en Géographie ?

3.1. Intérêts d'une réflexion portant sur la dimension sociale de l'accessibilité en Géographie

« (...) Actuellement, les projets justifiés par des objectifs de désenclavement territorial et donc d'équité spatiale trouve un terrain plus favorable à leur concrétisation. Il est cependant utopique de vouloir fournir une accessibilité comparable à l'ensemble des communes françaises. Toute démarche en ce sens se heurterait, en amont, à des problèmes méthodologiques inhérents aux critères à retenir et, en aval, à des contraintes financières considérables. C'est pourquoi, dans une démarche privilégiant l'équité spatiale, il est nécessaire d'introduire une certaine dose d'efficacité économique par l'intermédiaire de la quantité de population desservie et des dynamiques démographique » (Chapelon, 2007, p. 2).

Parce qu'elle englobe des enjeux de sociétés (économie, politique, culture.) la question de la dimension sociale de l'accessibilité doit être débattue. Ce débat n'est pas nouveau, comme nous avons pu le constater dans le chapitre précédent ; en effet, nombre de chercheurs se sont déjà penchés sur la question, en mettant en avant la relation pouvant exister entre accessibilité et exclusion sociale. Or, la majorité de ces études ont été menées dans les espaces urbains ou périurbains des grandes métropoles européennes et/ou américaines. Il s'avère pourtant que les zones les plus touchées par la mauvaise accessibilité sont généralement les zones rurales, l'arrière-pays, les espaces en creux, car souvent faiblement desservis par des infrastructures de transports terrestres (ferroviaires et/ou routières) pourtant nécessaires à leur survie. C'est la raison pour laquelle nous nous proposons de ne pas restreindre une telle réflexion aux seules zones urbaines, mais de l'étendre également aux zones rurales, car nous pensons que l'accessibilité ne devrait pas être réservée aux seules grandes agglomérations et que les acteurs du développement urbain doivent être conscients de cet état de fait. Aussi, afin de mieux mesurer les intérêts d'une réflexion mettant en corrélation accessibilité et exclusion sociale, il nous a semblé pertinent de formuler dans un premier temps quelques hypothèses.

Cellule des hypothèses

Hypothèse 1 : Une mauvaise accessibilité engendre de l'exclusion sociale.

Hypothèse 2 : Une mauvaise accessibilité engendre de l'exclusion sociale dans les espaces urbains et périurbains.

Hypothèse 3 : Une mauvaise accessibilité engendre de l'exclusion sociale notamment dans les espaces ruraux.

Hypothèse 4 : Une « accessibilité juste » assure le maintien du réseau social.

Hypothèse 5 : L'« accessibilité juste » est un enjeu de société.

Hypothèse 6 : L'« accessibilité juste » un moyen efficace d'intégrer les exclus

Equation : Espaces non accessibles = Espaces en creux = Espaces exclus = Population exclue

C'est à partir de ces hypothèses que l'on peut mesurer les intérêts d'une étude portant sur la dimension sociale de l'accessibilité. La première motivation est de comprendre comment l'accessibilité peut favoriser le phénomène d'exclusion sociale. La réponse à cette question nous conduit à énoncer le second intérêt, autrement dit celui de l'importance de la prise en compte de l'accessibilité dans le cadre de l'aménagement durable des territoires. Le troisième intérêt est la transversalité de la problématique « accessibilité et exclusion sociale » elle-même, car les géographes, les urbanistes, tout comme les sociologues, peuvent trouver un sens commun à discuter de l'idée selon laquelle le manque d'accessibilité peut avoir des conséquences directes ou indirectes sur l'exclusion sociale. Le quatrième intérêt est la possibilité d'intégrer dans les différents débats publics traitant aujourd'hui de la ville durable et des territoires durables la question de l'accessibilité. Le cinquième intérêt se situe au niveau de la finalité pour un scientifique à réfléchir sur la dimension sociale de l'accessibilité. Pour cela, il faut se tourner vers les élus en les invitant à inscrire dans leur agenda, et par conséquent dans les prises de décision, la question de l'exclusion sociale conditionnée par la manière dont les infrastructures de transport irriguent les territoires. L'autre finalité est la mise en place d'outils et de méthodes pour l'aide à la décision afin de permettre aux acteurs du développement urbain de mettre en place des mesures d'accompagnement appropriées ainsi que des stratégies efficaces, permettant d'intégrer dans leur démarche d'aménagement la question de l'exclusion sociale engendrée par l'absence d'accessibilité (cf. figure 3.1). Il s'agit donc là d'un défi considérable pour les élus, les aménageurs, les urbanistes et les géographes.

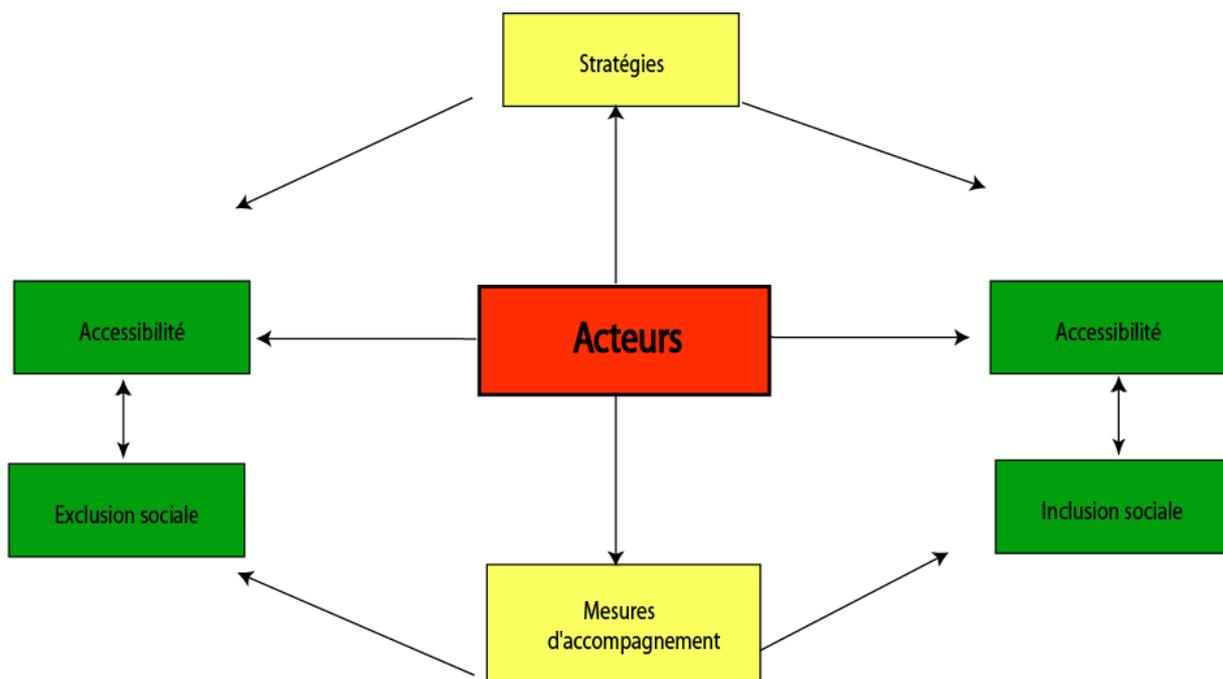


Figure 3.1 : Stratégie des acteurs et conséquences socio-spatiales

3.2. Quelle méthode pour l'appréhension de la dimension sociale de l'accessibilité en Géographie ?

Différentes phases de construction d'une méthode peuvent être distinguées. Dans une première phase, nous avons procédé à un débroussaillage des indicateurs les plus pertinents. À partir de ces indicateurs, la seconde phase s'est attachée à construire une typologie des populations exclues. C'est une recherche exploratoire qui est ici proposée. Aussi, la méthode exposée dans ce dernier chapitre ne doit pas être considérée comme déjà cristallisée. Avec le temps, certains paramètres devront être modifiés et améliorés afin de mettre en place une méthode suffisamment solide pour être transposable à la fois dans un espace transfrontalier et dans un espace non transfrontalier.

3.2.1. Mise en place des indicateurs pour l'évaluation de l'exclusion sociale dans l'espace transfrontalier franco-italien

C'est certainement l'une des phases les plus délicates car c'est sur la base de ces indicateurs que nous allons pouvoir identifier les populations, ainsi que les territoires les plus exposés à l'exclusion. Cinq indicateurs sont proposés dans les lignes suivantes.

Le premier indicateur est **le réseau de transport** car on considère au préalable qu'un réseau de transport est un système de transformation d'une structure spatiale et que l'accessibilité des territoires et des personnes est une forme évidente de l'impact des réseaux de transport sur le système de transformation spatiale.

Le second indicateur est **l'accès aux bassins d'emplois et/ou bassins économiques** situés sur la bande littorale. Derrière cet indicateur, est sous-entendue la théorie selon laquelle la

difficulté d'accéder aux zones économiques est la cause principale de l'exclusion sociale. Cette idée n'est pas nouvelle. Elle prend sa source dans les travaux d'Amartya Sen sur la famine qui a frappé le Bengal en 1943. Des travaux qui ont amené le scientifique à proposer la théorie suivante : *famines are not caused by lack of food but by lack of access to food* (Sen, 1981). De la même manière, en 2007, dans une étude portant sur l'exclusion sociale à Londres s'inspirant des travaux d'Amartya Sen, Preston et Rajé postulent que : *Social exclusion is not due to a lack of social opportunities but lack of access to those opportunities* (Preston et Rajé, 2007). Ainsi, l'accessibilité se positionne comme un des indicateurs majeurs pour l'analyse de l'exclusion sociale.

Le troisième indicateur est **la catégorie socioprofessionnelle**. Cet indicateur est intéressant car il permet de montrer quelles sont les catégories socioprofessionnelles les plus touchées par l'exclusion sociale d'une part, et d'autre part, comment elles se répartissent dans l'espace en fonction des isochrones de l'accessibilité.

Le quatrième indicateur est **le revenu des ménages**. Cet indicateur laisse supposer que le revenu peut déterminer le choix de localisation de la résidence principale. À titre d'exemple, un ménage avec des revenus supérieurs à la moyenne, pourra se permettre d'habiter dans un territoire considéré comme difficilement accessible, car il aura toujours la possibilité d'emprunter sa voiture sans se soucier du prix du carburant. En revanche, un ménage avec des revenus moyens, fortement dépendant des transports en commun, aura un choix plus limité. Soit il habite dans une zone bien desservie et travaille à proximité de son domicile, soit il s'éloigne de cette zone accessible et s'écarte dans ce cas des opportunités économiques et/ou culturelles qu'il trouverait dans les centres urbains.

Le cinquième indicateur est **le prix du foncier**. La question qu'il faut se poser en analysant cet indicateur est de savoir dans quelle mesure le niveau d'accessibilité peut-il déterminer le prix du logement, et par conséquent influencer le choix d'une personne à s'établir dans un quartier plus que dans un autre. Dans le contexte azuréen, il est fortement prévisible que ce choix soit fortement influencé par le prix des loyers pratiqués, le prix des ventes de maisons, le prix des terrains encore disponibles et la superficie des appartements/maisons recherchés par les ménages. Cet indicateur devra aussi mettre en évidence l'écart entre les prix des loyers pratiqués sur les communes du littoral et ceux pratiqués au niveau des communes de l'arrière-pays. De même, il serait intéressant de mesurer l'écart entre la surface moyenne par pièces des logements des communes littorales, et celle des communes du moyen et/ou de l'arrière-pays.

Le sixième indicateur est **le choix résidentiel des ménages**. Cet indicateur répond à des questions classiques : pourquoi habiter ici et pas ailleurs ? Pourquoi l'arrière-pays au lieu du littoral ? Pourquoi le littoral plus que l'arrière-pays ? Répondre à ces questions permet de montrer à quel point l'accessibilité par rapport aux autres indicateurs (prix du foncier par exemple) est déterminante dans le choix résidentiel des ménages.

Le septième indicateur est **la structure par âge et par sexe** du territoire. Cet indicateur permet de mettre en évidence les catégories de population qui sont le plus exposées à l'exclusion sociale.

Le huitième indicateur est **le cadre de vie**. Par cadre de vie, on se réfère à l'ensemble des éléments situés dans l'espace géographique et pouvant être perçus. Il s'agit donc à la fois du cadre physique (vue sur mer, montagne donc moins de pollution, environnement préservé et richesse de la biodiversité...) et du cadre social (culture, opportunité économique, etc.). Cet indicateur est intéressant à étudier car il montre que l'exclusion sociale peut également être un choix délibéré (pour s'éloigner par exemple de la pollution sonore, visuelle, atmosphérique, etc., un ménage peut faire le choix d'aller habiter dans l'arrière-pays et donc de s'écarter des opportunités socio-économiques et socioculturelles qu'offrent les centres-villes en général).

Ces huit indicateurs doivent être lus comme un préalable à la mise en place d'une typologie de l'exclusion sociale. Une typologie qui permet de faire une différenciation et d'établir des niveaux d'accessibilité, mais aussi de définir divers types d'exclusions sociales, à savoir une exclusion sociale de type choisi et une exclusion sociale de type subi.

3.2.2. Mise en place d'une typologie de l'exclusion sociale sur la base de l'accessibilité ?

L'absence d'accessibilité n'est pas automatiquement cause d'exclusion sociale. On peut être accessible et socialement exclu, et inversement inaccessible et socialement inclus. C'est pour cette raison que nous distinguons deux catégories d'exclusions sociales : **l'exclusion souhaitée** (par exemple un ménage qui décide d'aller s'installer dans l'arrière-pays, zone difficilement accessible à tout point de vue, en s'éloignant du littoral azuréen afin de bénéficier d'une plus grande qualité de vie) et **l'exclusion subie** (un ménage obligé de s'installer dans le même arrière-pays car le prix des logements au m² y est plus abordable comparé au prix qui se négocie sur le littoral et à la superficie des logements plus grande).

À ce stade préliminaire de la réflexion, nous entrevoyons quatre typologies d'exclusions sociales en zone transfrontalière franco-italienne. Tout d'abord, une conceptualisation des zones accessibles ou moins accessibles à partir du réseau de transport montre que les zones les plus accessibles restent les zones urbaines, plus précisément la métropole azurée au sud, et la région de Cuneo au nord de l'aire d'étude. Les zones les moins accessibles demeurent les espaces ruraux (cf. figure 3.3.). Mais la réalité est beaucoup plus complexe. Pour saisir cette complexité, il est nécessaire de configurer la typologie actuelle en place de l'exclusion et/ou de l'inclusion sociale en zone transfrontalière franco-italienne sur la base de l'accessibilité à partir des autoroutes par exemple. Ainsi, nous pouvons distinguer 4 grandes typologies. Il convient de le rappeler, ces typologies ainsi que leurs caractéristiques sont basées sur les indicateurs précédemment énoncés et sur la connaissance du fonctionnement actuel de l'espace transfrontalier. L'intérêt d'une typologie est qu'elle va permettre de mettre en évidence les facteurs qui pèsent sur l'exclusion sociale et d'agir en conséquence (Preston et Rajé, 2007).

- **Typologie 1** : haute accessibilité des territoires, haute accessibilité des populations, forte mobilité, inclusion sociale importante.

Cette première typologie rassemble les territoires qui se situent dans les isochrones les plus accessibles, c'est-à-dire les territoires les plus proches des infrastructures de transport. Au regard de cette typologie, plus on est accessible, plus on bénéficie d'une grande mobilité (c'est-à-dire aucune contrainte pour se déplacer dans l'espace géographique, et donc une facilité à atteindre les biens et services souhaités quels que soient le moyen de transport et le moment de la journée choisis) et par voie de conséquence, plus on est socialement inclus (cette inclusion sociale fait référence à la facilité d'accès aux opportunités socio-économiques et/ou socioculturelles quelle que soit leur localisation dans l'aire d'étude).

- **Typologie 2** : haute accessibilité des territoires, haute accessibilité des populations, Faible mobilité, inclusion sociale importante.

Cette seconde typologie montre que des populations peuvent se situer dans les isochrones les plus accessibles et sans pourtant bénéficier d'une mobilité importante, soit parce que leurs moyens financiers et/ou matériels (posséder une voiture particulière par exemple) sont limités, ou encore parce qu'ils trouvent les biens et services dont ils ont besoin à proximité de leur domicile et de leur lieu de travail et ne ressentent donc pas le besoin de se déplacer très souvent. Aussi, malgré sa faible mobilité, cette catégorie de population est considérée comme socialement incluse.

- **Typologie 3** : faible accessibilité des territoires, faible accessibilité des populations, faible mobilité, exclusion sociale subie.

Dans la troisième typologie, sont regroupés les territoires exclus des isochrones les plus accessibles, ainsi que les populations associées à ces territoires. Des populations considérées comme peu mobiles car contraintes par leur situation géographique (l'arrière-pays par exemple) et financière (car disposant de peu de moyens pour emprunter avec fréquence, soit les transports en commun, soit leur voiture individuelle) à rester dans leur quartier/commune d'origine. Cette catégorie de population est socialement exclue parce qu'écartée des opportunités socio-économiques qu'offrent les zones les mieux desservies par les infrastructures de transport. C'est ce que l'on appelle l'exclusion sociale subie.

- **Typologie 4** : faible accessibilité des territoires, faible accessibilité des populations, grande mobilité, exclusion sociale souhaitée.

Dans cette dernière typologie, on s'intéresse à un autre type d'exclusion sociale, celle qui est souhaitée. Pourquoi exclusion sociale souhaitée ? Parce que les populations concernées par cette quatrième typologie choisissent de s'établir dans des zones éloignées des infrastructures de transport, et donc les moins accessibles, pour une raison principale : celle de la recherche d'une qualité de vie (environnement naturel, paysages exceptionnels), une volonté de s'éloigner à tout prix de la pollution sous toutes ses formes (sonore,

atmosphérique, etc.) des villes du littoral à la recherche d'un environnement de qualité (air pur de la montagne, espaces verts, loisirs spécifiques à la montagne). Contrairement aux individus appartenant à la typologie précédente, ces derniers ont les moyens financiers et matériels de se déplacer comme ils le souhaitent et d'effectuer au moyen d'un véhicule particulier adapté à l'environnement physique des lieux (véhicule de type 4X4 par exemple) leurs allées et venues d'un point à un autre dans l'arrière-pays ou (pour rejoindre leur lieu de travail notamment) entre arrière-pays et zone littorale. Ainsi, cette population est classée comme bénéficiant d'une très forte mobilité malgré la très faible accessibilité des lieux.

La mise en place d'une typologie est plus complexe et moins linéaire qu'il n'y paraît. La mise en évidence de cette complexité nécessite de dépasser la phase exploratoire d'une recherche. C'est à partir des différents indicateurs précités que la complexité de la typologie de l'exclusion sociale, sur la base de l'absence d'accessibilité, peut être faite. En effet, dans chacune des quatre typologies se retrouve ou non une certaine catégorie socioprofessionnelle et de revenus. Une recherche plus approfondie devrait pouvoir conforter cette assertion.

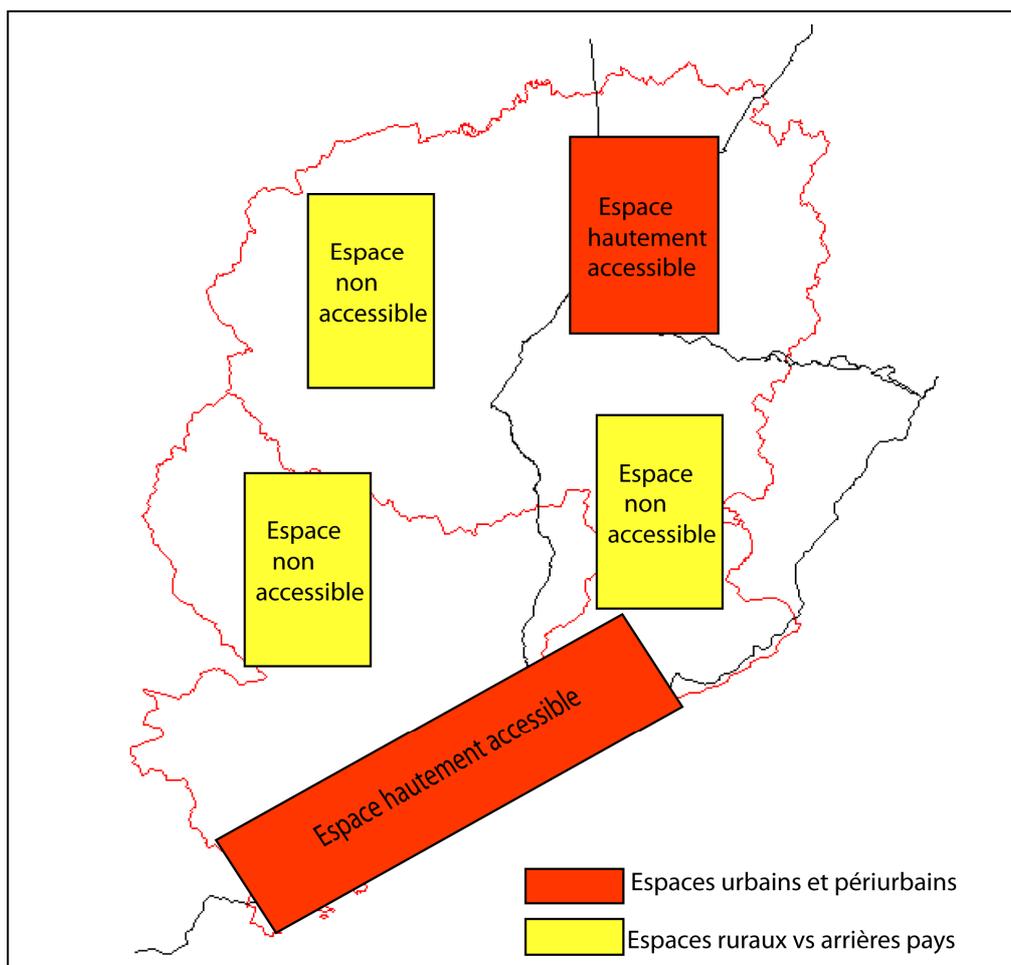


Figure 3.2 : Conceptualisation de l'accessibilité routière

3.3. Enjeux d'une réflexion portant sur la dimension sociale de l'accessibilité en zone transfrontalière franco-italienne

3.2.1. L'espace transfrontalier franco-italien : une aire d'étude bien particulière

Le fonctionnement du système transfrontalier franco-italien et les résultats issus de la démarche de prospective nous ont amené à étendre la réflexion sur des espaces ruraux, à savoir l'arrière-pays de l'espace transfrontalier franco-italien. Cette réflexion est d'autant plus intéressante que dans un proche futur, le projet LGV PACA risque de creuser encore plus les disparités spatiales et sociales existantes dans cet espace, si des mesures d'accompagnement appropriées ne sont pas mises en place par les acteurs concernés. C'est pour toutes ces raisons que le projet LGV PACA doit être considéré comme une opportunité pour mettre en place une « accessibilité durable » sur les territoires urbains et ruraux de l'espace transfrontalier franco-italien. En outre de l'exclusion sociale, un autre enjeu de société se profile à travers la réflexion sur la dimension sociale de l'accessibilité en zone transfrontalière. En effet, l'espace transfrontalier franco-italien est un territoire où l'économie résidentielle est fortement présente, il est donc intéressant de se demander dans quelle mesure la future accessibilité devrait affecter le prix des logements.

3.2.2. Exclusion sociale et maillage des réseaux de transport : vers une nécessaire construction d'une « accessibilité durable » du territoire transfrontalier

3.2.2.1. Cibler les objectifs d'une réflexion portant sur une « accessibilité durable » des territoires

L'objectif de cette section est de montrer l'existence de dysfonctionnements sociaux causés par l'absence d'accessibilité et par conséquent donc, l'intérêt pour les décideurs d'inclure dans les politiques d'aménagement l'importance de l'accessibilité pour l'ensemble des populations. La mise en place d'une typologie va donc dans ce sens et doit favoriser une prise de conscience de la part des acteurs de l'importance qu'il y a à promouvoir une accessibilité durable et juste. Pour arriver à les mobiliser (acteurs et aménageurs), il est du ressort du géographe de mettre en évidence : (1) que l'accessibilité est une contrainte pour l'inclusion sociale, (2) que l'accessibilité est une nécessité pour une bonne intermodalité, en particulier à la veille de l'arrivée de la LGV PACA dans l'espace transfrontalier franco-italien.

3.2.2.2. L'accessibilité comme contrainte à l'inclusion sociale : un maillage optimal des réseaux pour une accessibilité globale et durable

Nous l'avons vu à travers les différentes typologies, la facilité d'accès aux biens et services pouvait conditionner d'une façon ou d'une autre l'exclusion sociale. De ce fait, l'accessibilité, si elle est considérée comme une contrainte, doit permettre d'intégrer des territoires ainsi que des populations jusque-là exclus, au sein d'un système territorial donné.

C'est en comprenant comment l'accessibilité crée de l'exclusion sociale que les acteurs pourront percevoir l'intérêt, dans toute politique visant à aménager durablement les territoires, de faire de l'accessibilité une priorité. Aussi, dans le cadre de l'arrivée de la future ligne à grande vitesse LGV PACA dans l'espace transfrontalier franco-italien, les enjeux peuvent être de deux ordres. D'abord, atténuer les méfaits de l'accessibilité d'une part, et d'autre part lutter contre l'exclusion sociale causée par l'absence d'accessibilité. Pour répondre à ces enjeux de territoires mais aussi de société, il est encore temps pour les acteurs concernés de se mobiliser pour deux choses. Le premier point à considérer est le tracé de la future ligne qui doit, si la structure du territoire le permet, être le plus optimal possible (celui qui discriminerait moins les territoires déjà les moins accessibles). Le deuxième point est la localisation des futures gares TGV de la LGV PACA qui doit être suffisamment stratégique pour faciliter l'association avec des infrastructures routières et/ou ferroviaires déjà existantes. L'intermodalité, comme nous allons le voir dans la section suivante, est une étape fondamentale pour une accessibilité de l'ensemble des territoires.

3.2.2.3. L'intermodalité, une action primordiale et nécessaire pour une accessibilité durable et globale

Accessibilité pour l'essentiel de l'espace transfrontalier, contrairement à la situation actuelle, comme objectif certes, mais il ne faut pas perdre de vue que, pour atteindre cet objectif, des mesures d'accompagnement sont nécessaires et, parmi celles-ci, la mise en place d'une intermodalité efficace (cf. première 1). L'intermodalité a pour principe de base l'association entre différents modes de transport déjà existants et/ou à venir. Si l'intermodalité est un préalable à l'accessibilité, qui est un des facteurs favorisant l'exclusion sociale quand elle est mauvaise et l'inclusion sociale quand elle est bonne, alors l'intermodalité révèle deux utilités. D'abord, une utilité spatiale, parce qu'elle participe à l'amélioration de l'accessibilité des territoires en reliant entre eux tous les modes de transports existants (fer, route, air, voies maritimes, etc.). Ensuite, une utilité sociale de l'intermodalité car elle facilite les échanges entre les territoires et les individus. En favorisant les échanges, l'intermodalité gomme les contraintes spatiales existantes.

Conclusion du chapitre 3

La problématique de l'exclusion sociale sur la base de l'accessibilité n'est pas nouvelle, mais elle est encore très peu étudiée en géographie. Et, quand cette question est transposée sur un espace transfrontalier, elle revêt une dimension particulièrement innovante. Rappelons-le, la réflexion portant sur l'exclusion sociale en zone transfrontalière franco-italienne sur la base de l'accessibilité est présentée dans ce dernier chapitre dans sa phase exploratoire. Des réflexions et des recherches sont en cours pour une meilleure appréhension de la problématique. L'exclusion sociale telle qu'elle est abordée ici, s'inscrit dans une thématique globale : celle de la dimension sociale de l'accessibilité. Ce sujet, en France plus qu'ailleurs, mériterait plus d'attention de la part des chercheurs en sciences sociales en

général, et plus spécifiquement en géographie. Ce sont des graines de réflexions qui ont été semées dans ce chapitre, et qui vont, comme nous l'espérons, germer dans les prochains mois, nourries par des idées diverses riches de la transversalité que porte en elles cette question.

À n'en pas douter, d'autres sciences sociales telles la sociologie, et même la philosophie, peuvent trouver matière à discuter dans la dimension sociale de l'accessibilité. Toutefois, ne le perdons pas de vue, le principal objectif d'une telle réflexion, c'est d'amener les acteurs à se souvenir que les infrastructures de transport qu'ils projettent d'inscrire sur un territoire, doivent d'abord bénéficier aux populations locales, et qu'elles auront, de ce fait, des conséquences directes non négligeables sur cette même population. Ces conséquences peuvent être positives, c'est l'inclusion sociale, elles peuvent aussi être négatives, c'est l'exclusion sociale, quand elle est subie.

En balayant les contours complexes de l'accessibilité, nous avons pu percevoir les enjeux spatiaux et sociétaux qu'entraînait dans son sillage le concept d'accessibilité. Les acteurs doivent donc saisir l'importance de l'accessibilité et faire en sorte d'en faire un projet de territoire dans le cadre du développement durable des espaces.

Conclusion générale

Malgré des dysfonctionnements importants hérités du passé, le « destin » des territoires urbains ainsi que le « destin » des territoires ruraux de l'espace transfrontalier franco-italien sont loin d'être déjà cristallisés comme on pourrait le croire trop rapidement. Au contraire, cette recherche a mis en évidence l'existence d'un espace qui possède des potentiels de développement variés. Ces potentiels se mesurent à travers la structure économique reposant pour l'essentiel sur le tourisme (renommée de la Côte d'Azur et de la Riviera italienne par exemple), la situation géographique hautement stratégique au sein de l'Europe du sud (espace de passage obligé entre l'Italie, l'Espagne et la France) et un environnement naturel d'exception qui attire de plus en plus de monde (tourisme vert de montagne). C'est la conjonction de ces différents potentiels qui fait la singularité de l'espace transfrontalier franco-italien et qui, paradoxalement, rend complexe toute action visant à l'aménager et à le développer. Complexe, car il s'agit de conjuguer développement local, maintien de l'attractivité territoriale et protection des espaces naturels. Aussi, aménager ce territoire devient un défi pour élus, aménageurs et géographes.

L'arrivée de la future ligne à grande vitesse Provence-Alpes-Côte d'Azur à l'horizon 2020 est une occasion de relever le défi d'allier développement territorial de l'espace transfrontalier franco-italien et protection de l'environnement. Depuis le débat public qui a eu lieu dans le courant de l'année 2005, le projet LGV PACA a beaucoup évolué. Le tracé des métropoles devrait desservir la Principauté de Monaco et la ville de Vintimille en Italie. La décision de prolonger la ligne jusqu'en Italie a été largement favorisée par les positions de l'Etat français, de la Principauté de Monaco (sous condition que la ligne desserve le micro-Etat et Vintimille) et de la Commission européenne, tous cofinanceurs du projet. L'objectif de l'Europe qui est de connecter la Côte d'Azur au réseau italien et de placer Nice, Monaco et Cannes à environ 3h00 de Milan devrait jouer un rôle décisif dans le prolongement de la future ligne vers l'Italie. Pour l'Europe, la LGV PACA jusqu'à la frontière italienne répond le mieux *aux enjeux de développement des flux internationaux sur l'Arc Méditerranéen*. Sur cette même lancée, la Chambre de Commerce et d'Industrie de la Côte d'Azur, forte du soutien de la Principauté de Monaco, propose en 2009 une déclaration d'utilité publique sur une liaison de la LGV PACA jusqu'en Italie avec des voies TGV dissociées des voies TER sur l'ensemble du tracé et une réalisation en deux phases. Une première phase portera sur le tronçon entre Marseille et Nice et une seconde phase entre Nice et Vintimille en passant par la Principauté de Monaco. En janvier 2010, la question qui est posée par les élus locaux est la suivante : par quelle phase commencer ?

À travers cette recherche, nous nous sommes attachée à mettre en évidence deux enjeux de territoire : l'urbanisation et l'accessibilité. Aussi, dans un contexte de géoprospective territoriale, l'intérêt est de voir dans quelle mesure l'arrivée de la future ligne LGV PACA pourrait avoir des conséquences sur ces enjeux. Il était donc primordial, pour mesurer les effets potentiels de la LGV PACA au niveau de l'urbanisation et de

l'accessibilité, de trouver un outil suffisamment explicite pour rendre compte de ces effets potentiels. Dans ce cadre, le modèle Moland offrant de multiples avantages (mise en place de scénarios, insertion de réseaux de transport existants et à venir, intégrant l'occupation et l'utilisation des sols) s'est présenté comme l'outil le plus approprié pour évaluer les effets, d'une part sur l'urbanisation, et d'autre part sur l'accessibilité. Les résultats obtenus ont renforcé des perceptions que nous avons de l'évolution de cet espace, à savoir une croissance urbaine qui s'effectue à partir de deux grandes trajectoires. La première, va de l'est de l'aire d'étude (beaucoup moins touchée par la croissance urbaine), vers l'ouest (beaucoup plus affectée par le phénomène de croissance urbaine). La seconde, va du littoral au moyen pays, c'est la trajectoire nord-sud de la croissance urbaine qui traduit en quelque sorte une certaine asphyxie de la zone littorale et dans le même temps un besoin de développement urbain. La croissance urbaine se situe globalement à deux niveaux. D'abord, aux environs immédiats des infrastructures de transport, ensuite au niveau des communes où la réserve foncière est encore disponible. Si l'on se base uniquement sur les résultats du modèle, cette croissance urbaine s'explique d'une part par l'attraction que les infrastructures de transport exercent sur les classes urbaines d'occupation du sol, et d'autre part, par les contraintes physiques. Plus les pentes sont fortement déclives, moins l'urbanisation se développe, et inversement, l'urbanisation devient plus importante lorsque les pentes sont faiblement déclives. Toutefois, d'autres facteurs moins déterministes sont également à considérer. Le premier facteur est la croissance de la population beaucoup plus forte dans les espaces où la croissance urbaine est plus importante, en particulier dans la partie française. Le second facteur, lui, est à rechercher au niveau de la capacité financière des départements/provinces à investir dans le développement urbain. Un effet frontière a été mis en évidence dans le diagnostic. Aussi, on peut considérer que du fait de cette différence de moyens financiers, les acteurs français peuvent aisément investir dans l'économie résidentielle plus que leurs homologues italiens qui disposent de moyens plus modestes pour développer ou moderniser les infrastructures ou créer des parcs de logement. Toutefois, les résultats du modèle nous amènent à considérer un autre facteur : l'agriculture qui semble être beaucoup plus protégée du côté italien que du côté français. En effet, contrairement en France, l'agriculture occupe une place importante dans l'économie italienne. Aujourd'hui, elle-même replacée dans un contexte de développement durable à travers des initiatives comme l'agritourisme (forme de tourisme basée sur la consommation et la découverte des terres agricoles), mais aussi des initiatives comme « kilomètre 0 » qui consistent à inciter les habitants à consommer des produits locaux. Toutes ces actions expliquent pourquoi l'agriculture occupe une place importante dans cette partie de l'aire d'étude et contrairement à l'urbanisation, prend une place de plus en plus importante dans les décisions des acteurs.

Aussi, si l'on résume les résultats issus du modèle, quatre types d'espaces sont à distinguer :

- **L'espace à développer** : ce type d'espace englobe l'essentiel des communes situées dans la périphérie urbaine, le moyen pays et dans le proche arrière-

pays. Ces communes sont caractérisées par une faible accessibilité, l'activité économique y est très peu développée, toutefois on trouve des activités agricoles, de l'élevage (très peu) et surtout du tourisme vert.

- **L'espace à protéger** : ce type d'espace regroupe les communes de l'arrière-pays, les communes rurales, les parcs naturels mais aussi le littoral jusque-là trop sollicité par l'urbanisation (plan de prévention des risques sur les espaces littoraux (les inondations, la montée des eaux, etc.). Dans ce second type, on trouve des espaces hautement accessibles comme les zones littorales mais aussi les moins accessibles comme les communes de l'arrière-pays.
- **L'espace à revitaliser** : ce type d'espace regroupe les communes situées à l'est de l'aire d'étude qui semblent beaucoup moins dynamiques que le reste de l'aire d'étude.
- **L'espace à maintenir** : ce type d'espace regroupe généralement les pôles urbains principaux de l'aire d'étude comme Nice, Cannes, Monaco, etc. Ces territoires sont à maintenir dans leur rayonnement international, car d'une façon ou d'une autre ils sont le moteur de l'économie de cette région.

La dernière phase de cette recherche traite d'un sujet délicat à aborder. Il s'agit de la dimension sociale de l'accessibilité et plus particulièrement, l'exclusion sociale favorisée par le manque d'accessibilité. Ce sujet n'est pas nouveau, mais l'inscrire dans un contexte transfrontalier est une idée totalement innovante qui le devient davantage encore quand elle est mise en relation avec l'arrivée, en 2020, d'une nouvelle infrastructure de transport telle que la LGV PACA. C'est pourquoi, non seulement c'est l'exclusion sociale qui est abordée, mais aussi l'exclusion sociale dans un contexte de géoprospective territoriale. Aussi, si cette recherche n'en est qu'au stade exploratoire, elle constitue néanmoins une ouverture intéressante vers une recherche future. Les différents indicateurs et la typologie mise en place pour appréhender l'exclusion sociale sont loin d'être arrêtés. Au contraire, ils sont appelés à évoluer au gré des réflexions et au rythme des échanges avec d'autres chercheurs provenant de disciplines autres que la géographie. Nous l'avons compris, l'objectif est de mettre en évidence tout l'intérêt de traiter une telle question de façon transversale.

L'utilisation de MOLAND nous a confrontée à de grandes difficultés d'ordre méthodologique telles que l'harmonisation des informations ainsi que leur disponibilité et leur fiabilité. Des difficultés accentuées par un contexte transfrontalier tel que le nôtre et que nous avons pu contourner en choisissant de travailler sur des bases de données reconnues comme fiables et validées au niveau des deux états (France et Italie) tout comme au niveau européen. L'exigence de données harmonisées demande parfois à reconsidérer les ambitions de départ, mais, avec comme avantage non négligeable, l'assurance de travailler à partir de sources sûres et diverses. C'est donc la qualité de l'information qui a été privilégiée lors de la phase de collecte de l'information et non la quantité. Cet aspect est fondamental, car dans le cadre de la

modélisation, plus les données sont fiables plus le modèle sera performant. Dans le cas de MOLAND, la performance est évaluée dans sa capacité à reproduire le réel, autrement dit à recréer avec réalisme et précision, l'évolution du territoire étudié.

Des choix audacieux ont guidé cette étude. C'est le cas notamment du choix des inputs du modèle. En effet, s'il est de plus en plus courant dans le cadre de la modélisation et de la simulation de multiplier les inputs dans le but d'obtenir des prédictions réalistes, ici, c'est la démarche contraire qui a été privilégiée et ceci pour différentes raisons. La première raison invoquée est que moins il y a d'inputs plus on maîtrise le fonctionnement du modèle. La deuxième raison est la possibilité de pouvoir visualiser l'évolution de chaque input. Or, quand ces derniers sont trop importants, il devient impossible pour le modélisateur d'une part de pouvoir différencier les dynamiques urbaines entre autres, et d'autre part, de les quantifier. Enfin, en limitant les inputs, on limite aussi la masse d'incertitude du modèle qui se situe à deux niveaux : au niveau de la calibration et au niveau des prédictions/scénarios. Aussi, faire le choix de limiter les inputs d'un modèle, c'est avoir la garantie au préalable de disposer de données hautement fiables et suffisamment solides et explicites pour reproduire la réalité et d'imaginer avec réalisme le futur des territoires urbains et non urbains. Cependant, opter pour la restriction des inputs, quel que soit le type de modèle, peut être facilement assimilé à une vision trop simpliste de la réalité d'un phénomène étudié. Mais en réalité, c'est tout l'effet inverse. Il s'agit là en effet d'un retour au principe élémentaire de la modélisation spatiale qui n'est autre que la simplification de la réalité. Aussi, restreindre le nombre d'entrées du modèle n'est rien d'autre qu'une manière de voir et d'appréhender le complexe. Cette simplification de la réalité peut prendre forme à partir de supports divers comme par exemple à partir d'un modèle graphique et conceptuel, d'un modèle mathématique et/ou déterministe, d'un modèle statistique, d'un modèle stochastique et d'un modèle dynamique.

Finalement, cette recherche comme toute recherche a aussi des limites, D'abord au niveau des données. Si la question de la disponibilité des données et même de la validité des données est un problème récurrent dans toute recherche, celui-ci est encore plus fort dans un contexte transfrontalier où les différences rendent parfois difficiles l'harmonisation de données pourtant majeures. S'il y avait une difficulté majeure à retenir, ce serait celle-ci. Ensuite, la seconde limite se situe au niveau du projet LGV PACA. En effet, ce projet ne cesse d'évoluer et de ce fait, nous a amenée trop souvent à mettre à jour des informations nécessaires à sa compréhension et à son appréhension. Enfin, la démarche de géoprospective reste dans le domaine du possible, car nul ne peut prédire l'avenir et de ce fait, c'est avec prudence que tout résultat issu d'un modèle quelle que soit sa performance et sa reconnaissance doit être analysé. Cela dit, *l'avenir ne se prévoit pas, il se prépare*. C'est dans ce sens qu'il faut interpréter les résultats issus du modèle Moland et des différents scénarios. Des résultats qui doivent être considérés comme des bases nouvelles de connaissance visant à aider les acteurs à prendre les meilleures décisions et d'atténuer, tant que faire se peut, les

inégalités inévitables qui se situent dans l'espace transfrontalier franco-italien. Les acteurs locaux, en raison de leur pouvoir politico-administratif, sont des agents spatiaux puissants qui, à travers leurs actions, modèlent la face des territoires. Ils sont donc la cause principale des changements positifs et/ou négatifs que subit l'occupation des sols. Aussi, ce sont ces mêmes acteurs qui détiennent les réponses quant au devenir des espaces et non les modèles de simulation. Aussi performants qu'ils puissent être, les modèles dynamiques et spatialement explicites à l'image de MOLAND, ne sont pas en mesure d'apporter toutes les réponses que peuvent se poser les acteurs (élus, aménageurs, urbanistes, etc.). Les modèles dynamiques et spatialement explicites fonctionnent comme des « systèmes clos » et ne peuvent donc pas prendre directement en compte tous les facteurs sociaux, politiques, physiques et économiques qui participent à l'évolution et à la transformation des territoires. En cela un modèle n'est que le reflet de ce que pourrait être la réalité et non la réalité même. Aussi, le modèle doit rester cet outil permettant de localiser les vrais enjeux dans un espace. Des enjeux qui devront être soumis à la table des concertations et autres débats participatifs afin de servir de point de départ pour toute politique visant à promouvoir le développement des territoires. Mais, osons une préconisation qui pourrait faire office de première mesure nécessaire pour valoriser les opportunités qu'entraînerait dans son sillage la LGV PACA. Le succès d'une LGV PACA jusqu'en Italie repose au préalable sur l'existence d'un réel espace de coopération. Or, la coopération transfrontalière dans l'aire d'étude est quasi inexistante. On a pu en effet observer que lorsqu'elle semble exister dans un domaine spécialisé tel que la santé par exemple, elle vacille et quand elle s'avère nécessaire dans un domaine qui semble pourtant faire l'unanimité d'un côté ou de l'autre de la frontière, c'est-à-dire dans le domaine de la protection des espaces naturels fragiles (zones côtières et/ou forestières), elle est timide et hésitante. Il en ressort que c'est un espace de coopération transfrontalière dynamique et actif plutôt que vivant, comme c'est le cas aujourd'hui, qui constituera le point de départ du succès de la future ligne à grande vitesse Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Le modèle MOLAND est un modèle avec des potentiels véritables. Depuis sa création il ne cesse en effet d'évoluer. Par ailleurs, il sert de base à de nouveaux modèles comme par exemple le « Variable Grid Cellular Automaton » (van Vliet, White et Dragicevic, 2009) ou encore le Metronamica Model développé par RIKS. À l'issue de cette recherche, nous souhaitons contribuer à son évolution en proposant d'améliorer le volet accessibilité du modèle en y introduisant les nouveaux indicateurs ainsi que les typologies issues de la réflexion portant sur la dimension sociale de l'accessibilité, et plus spécifiquement sur la relation entre accessibilité et exclusion sociale, et accessibilité et inclusion sociale. Enfin, MOLAND reste un Automate Cellulaire (AC) performant pour prendre en compte les interactions spatiales mais incapable de prendre en compte des interactions sociales sauf s'il est couplé à un Système Multi Agents (SMA). Il ne serait donc pas utopique de prévoir la construction d'un modèle AC+SMA afin de simuler la dimension sociale de l'accessibilité en géographie. Mais ce n'est là qu'une proposition. Dans un contexte transfrontalier, il

conviendra d'introduire directement la ligne frontière dans le modèle AC+SMA afin de voir si les inégalités sociales causées par l'absence d'accessibilité (difficulté d'accès aux bassins d'emploi, difficulté d'accès aux soins, etc.) de part et d'autre de la frontière. Au final, pour une approche géoprospective de la question, il s'agira de montrer à partir de la simulation spatiale dans quelle mesure les infrastructures de transport de grande envergure participent à moyenne et grande échelle à accentuer les inégalités socio-spatiales, soit *a contrario* les atténuer.

« Sa majesté le hasard décide de tout » (Voltaire)

BIBLIOGRAPHIE

- Accord de Rome (1993). Accord entre le gouvernement de la République Française et le Gouvernement de la République Italienne concernant la coopération transfrontalière entre collectivités territoriales. In *Mission Opérationnelle Transfrontalière (MOT)*, 3 p.
- ADAAM (2002). Observatoire des déplacements des Alpes-Maritimes, ADAAM, 40 p.
- Agarwal, C., Green, G L., Grove, M., Evans, T., Schweik, C. (2000). A review assessment of land-use models: Dynamics of space, time and human choice, NE-297, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Research Station, 67 p.
- Allen, P. M., Sanglier, M. (1978). "Dynamic models of urban growth." *Journal of Social and Biological Systems* **1(3)** 265-280.
- Amilhat Szary, A L., Fourny, M C. (dir.) (2006). *Après les frontières, avec la frontière*, Editions de l'Aube, 170 p.
- Andan, O., Bonnel, P., Raux, C. (1988). *Les analyses des comportements de mobilité individuelle quotidienne, une synthèse bibliographique*. Lyon, Laboratoire d'économie des transports pour le compte du SERT, Ministère des Transports, 118 p.
- Angel, S., Hyman, G.M. (1972). "Urban spatial interaction " *Environment and planning*, G B **4**: 350-367.
- Antoni, J P., Thevenot, J. (2008). "Modéliser les dynamiques d'urbanisation pour accompagner la planification territoriale". *XLVe Colloque de l'ASRDLF, Rimouski*, 12 p.
- Antoni, J-P., Youssoufi, S. (2007). "Etalement urbain et consommation d'espace. Etude comparée de Besançon, Belfort et Montbéliard." *Revue géographique de l'Est* **3**: 141-150.
- Appert, M., Chapelon, L. (dir.) (2002). Planification des transports régionaux en Languedoc-Roussillon et Nord-Pas-de-Calais : évaluation de la concurrence rail-route ; Montpellier, UMR ESPACE, 84 p.
- Ariel, M. (2006). "Accessibility Theory. Encyclopedia of Language & Linguistics." *B. Keith. Oxford, Elsevier*: 15-18.
- Arthur, W. B. (1999). "Complexity and the economy." *Science* **284**: 107-109.
- Auphan, E. (1975). "Les nœuds ferroviaires, phénomènes résiduels ou point forts de l'espace régional." in *L'espace Géographique*(2): 127-140.
- Auriac, F. (1979). Système économique et espace, un exemple en Languedoc. *Thèse de Doctorat d'Etat de Géographie*, Université de Montpellier.
- Bahn Ville (2005). Développement d'un urbanisme orienté vers le rail et intermodalité dans les régions urbaines allemandes et françaises, www.bahn-ville.net.
- Bailly, A. S. (dir.). (1991). *Les Concepts de la géographie humaine*. Paris, Masson, 247 p.
- Bak, P., Paczuski, M. (1993). "Why Nature Is Complex." *Physics World* **6(12)**: 39-43.
- Bak, P., Boettcher, S. (1997). "Self-organized criticality and punctuated equilibria." *Physica D: Nonlinear Phenomena* **107(2-4)**: 143-150.
- Balducci, A. (dir.). (2007). Per la città abitabile. Scenari, visioni, idee. Progetto strategico Città di Città DIAP-Politecnico di Milano, Provincia di Milano, 2007.
- Banister, D. (2008). "The sustainable mobility paradigm." *Transport Policy* **15(2)**: 73-80.
- Barel, Y. (1971). *Prospective et analyse des systèmes*. Paris, in Travaux et Recherches de Prospective, 175 p
- Barredo, J. I., Kasanko, M., McCormick, N., Lavalle, C. (2003). "Modelling dynamic spatial processes: simulation of urban future scenarios through cellular automata." *Landscape and Urban Planning* **64(3)**: 145-160.
- Barredo, J I., Demicheli, L. (2003). "Urban sustainability in developing countries' megacities: modelling and predicting future urban growth in Lagos." *Cities* **20(5)**: 297-310.
- Bassand, M., Leresche, J-P., Saez, G. (1997). *Gouvernance métropolitaine et transfrontalière, action publique territoriale*. Paris, L'Harmattan, 314 p.
- Basse, R M., Fusco, G., Merello, M., Molinari, J. (2005). "Etude fondatrice des chemins de fer de la Province (CP) : Section urbaine et périurbaine. Réexamen de l'évaluation des zones de chalandise des gares" in *Girmaralpin*, 16 p.
- Basse, R M. (2006). "Prise en compte de l'incertitude dans une démarche de modélisation prédictive : Le cas de la LGV PACA." *RTP, MoDyS*, 5 p.

- Basse, R M., Emsellem, K., Voiron-Canicio, Ch. (2010). "Le diagnostic spatial en contexte transfrontalier : application à l'espace franco-italo-monégasque." *Mosella*, 115-133.
- Batty, M., Xie, Y., Sun, Z. (1999). "Modeling urban dynamics through GIS-based cellular automata." *Computers, Environment and Urban Systems* **23**(3): 205-233.
- Batty, M., Torrens, P M. (2005). "Modelling and prediction in a complex world." *Futures* **37**(7): 745-766.
- Batty, M. (2005). *Cities and Complexity: Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models, and Fractals*, MIT Press, 589 p.
- Batty, M., Cole, S. (1997). "Time and space: Geographic perspectives on the future." *Futures* **29**(4-5): 277-289.
- Bavoux, J J., Charrier, J-B. (1994). *Transport et structuration de l'espace européen*. Paris, Masson, 222 p.
- Bavoux, J J., Beaucire, J., Chapelon, L., Zembri, P., (2005). *Géographie des transports*, Armand Colin, 232 p.
- Bazin, S., Beckerich, C., Delaplace, M. (2006). "La LGV Est Européenne en Champagne-Ardenne : quels effets sur la cohésion territoriale champardennaise." *Revue d'Economie Régionale et Urbaine* (2): 245-261.
- Bazin, S., Beckerich, C., Delaplace, M. (2006). "L'arrivée de la LGV en Champagne-Ardenne et la nécessaire réorganisation des rapports de proximité." in *Les Cahiers Scientifiques des transports* (49): 51-76.
- Bazin, S., Beckerich, C., Delaplace, M. (2009). "Desserte TGV et localisation des entreprises sur les quartiers d'affaires: nouvelle accessibilité ou nouvelle offre immobilière de bureaux ? Le cas de la gare centre de Reims." *Les Cahiers Scientifiques des Transports* (56): 37-61.
- Bazin, S., Beckerich, C., Delaplace, M. (2010). "Ligne à Grand Vitesse et marchés immobiliers résidentiels à Reims : entre attractivité, aménités et anticipations." *Revue d'Economie Régionale et Urbaine* (2): 313-336.
- Becattini, G. (1990). "Le district marshallien: une notion socio-économique " in *Les régions qui gagnent*, Paris, PUF: 35-55.
- Beckam, M J. (1958). "City Hierarchies and the Distribution of City Size." *Economic Development and Cultural Change* **6**: 243-248.
- Benenson, I., Torrens, P M. (2004). "Geosimulation: object-based modeling of urban phenomena." *Computers, Environment and Urban Systems* **28**(1-2): 1-8.
- Benenson, I., Aronovich, S., Noam, S. (2005). "Let's talk objects: generic methodology for urban high-resolution simulation." *Computers, Environment and Urban Systems* **29**(4): 425-453.
- Benenson, I. (2007). "Warning! The scale of land-use CA is changing!" *Computers, Environment and Urban Systems* **31**(2): 107-113.
- Berroir, S., Mathian, H., Saint-Julien, T., Sanders, L. (2008). Mobilités et polarisations: vers des villes polycentriques. Le cas des métropoles francilienne et méditerranéenne, Information géographique et dynamiques urbaines analyse et simulation de la mobilité des personnes in *Thériault M., Des Rosiers F, Hermès-Lavoisier*. **1**: 31-55.
- Berthoz, A. (2009). *La simplicité*, Odile Jacob, 256 p.
- Bertolini, L., Le Clercq, F., Kapoen, K. (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* **12**(3): 207-220.
- Bertolini, L., Clercq, F., Straatemeier, T. (2008). "Urban transportation planning in transition." *Transport Policy* **15**(2): 69-72.
- Bertrand, G., Beroutchachvili, N. (1978). "Le géosystème ou système territorial naturel." *Revue. Géographique des Pyrénées* **49**(2): 17-180.
- Bessusi, E., Cecchini, A., Rinaldi, E. (1998). "The diffused city of the Italian North-East: identification of urban dynamics using cellular automata urban models " *Computers, Environment and Urban Systems* **22** 497-523.
- Bonabeau, E. (2007). "Understanding and managing complexity risk." *MIT Sloan Management Review* **48**(4): 62-68.
- Bonnafous, A., Plassard, F., Soum, D. (1974). "La détection des effets structurants d'autoroute. Application à la Vallée du Rhône " *Revue Economique* **15**(2): 233-256.
- Bonnafous, A., Plassard, A. (1974). "Les méthodologies usuelles de l'étude des effets structurants de l'offre de transport." *Revue Economique* **25**(2): 208-232.

- Bonnafous, A. (1980). "Rhône-Alpes, capitale Paris : les effets prévisibles du T.G.V." *Revue de Géographie de Lyon*(3).
- Bonnafous, A., Croset, Y. (1997). "Evaluation, dévaluation ou réévaluation des lignes à grande vitesse?" *Les Cahiers Scientifiques du Transport* (32-97): 45-55.
- Bonnafous, A., Giret, A. (2002). "Complémentarité ou concurrence des aéroports : l'exemple du grand Sud-Est." *Géocarrefour* **17**(2): 133-144.
- Bonnafous, A., Jensen, P. (2005). "Ranking transport projects by their socioeconomic value or financial internal rate of return?" *Transport Policy* **12**(2): 131-136.
- Bonnafous, A., Jensen, P., William, R. (2006). "Le cofinancement usager – contribuable et le partenariat public – privé changent les termes de l'évaluation des programmes d'investissement public." *Economie et Prévision* (175-176): 15-30.
- Bonnefoy, J-L., Bousquet, F., Rouchier, J. (2001). "Modélisation d'une interaction individus, espace et société par les systèmes multi-agents : pâture en forêt virtuelle." *in L'espace géographique* (1): 13-25.
- Bonnel, P. (2004). *Prévoir la demande de transport*. Presse de l'école nationale des ponts et chaussées, 417 p.
- Brunet, R. (1967). *Les phénomènes de discontinuité en Géographie*. Paris, Montpellier, La Documentation française, 518 p.
- Brunet, R. (1980). "La composition des modèles dans l'analyse spatiale " *in L'Espace géographique*(4): 253-265.
- Brunet, R., Ferras, R., Théry, H. (1992). *Les mots de la géographie, Dictionnaire critique*. Reclus. Paris, La documentation française, 518 p.
- Brunet, R. (2001). *Le déchiffrement du monde : Théorie et pratique de la Géographie*. Paris, Belin, Collection Mappemonde, 401 p.
- Bunge, M. (1986). *A world of systems treatise on basic philosophy D. reidel Publishing Compagny* **4**
- Burrough, P A., Frank, A U. (1995). "Concepts and paradigms in spatial information: are current geographical systems truly generic?." *International Journal of Geographic Information Systems*, **9**(2): 101-116.
- Calzada, C., Le Blanc, F., Vandendriessche, M. (2004). "Les résidences secondaires possédées par des étrangers en France Métropolitaine." *Notes de synthèse du SES* (156): 1-43
- Carpentier, S. (2006). "Structuration urbaine et typologie des communes luxembourgeoises pour l'étude de la mobilité quotidienne." *Population & Territoire* **9**, Luxembourg, 20 p.
- Carpentier, S., Gerber, P. (2009). "De la mobilité résidentielle à la construction des espaces de la vie quotidienne." *Transports Sécurité (RTS)* **26**(102): 61-72.
- Caruso, G., Peeters, D., Cavailhès, J., Rounsevell, M. (2007). "Spatial configurations in a periurban city. A cellular automata-based microeconomic model." *Regional Science and Urban Economics* **37**: 542-567.
- Caruso, G., Peeters, D., Cavailhès, J., Rounsevell, M (2009). "Space-time patterns of urban sprawl, a 1D cellular automata and microeconomic approach." *Environment and Planning B: Planning and Design* **36**: 968-988.
- Cass, N., Shove, E., Urry, J. (2005). "Social exclusion mobility and access." *The sociological Review* **53**(3): 539-555.
- Casteigts, M. (2003). "Enjeux et limites de la coopération transfrontalière." *Territoires 2020* **7**: 75-83.
- Castella, J-C., Hung Manh, P., Pheng Kam, S., Villano, L., Tronche, N R. (2005). "Analysis of village accessibility and its impact on land use dynamics in a mountainous province of northern Vietnam." *Applied Geography* **25**(4): 308-326.
- Cauvin C. (1984). *Espaces cognitifs et transformations cartographiques. Thèse de doctorat d'état : Lettres et Sciences Humaines* Strasbourg, dactyl, 304 p
- CCI Côte d' Azur (2009). *Rapport d'activité 2008* Nice, 36 p.
- CEC-EEA (1993). *CORINE Land Cover - Technical Guide*. Luxembourg, Report EUR 12585EN. Office for Publications of the European Communities, 144 p.
- CEE (2001). *Le livre blanc de la politique européenne des transports à l'horizon 2010*. Luxembourg, Commission Européenne, 128 p.
- Centre for Transport Studies (2002). *Social Inclusion: Transport Aspects*. Report UG320. London, DfT.
- CERTU (2001). *L'analyse des systèmes d'acteurs : diagnostics de territoires*. Lyon, CERTU, 101 p.
- CERTU (2003). *Le Schéma de cohérence territoriale (SCOT) : Contenu et méthodes*. Lyon, CERTU, 110 p.
- CETE-Méditerranée (2004). *Observatoire des trafics à travers les Alpes, CETE-DRE PACA*, 64 p.

- CETE-Méditerranée (2006). Observatoire des trafics à travers les Alpes, CETE-DRE PACA, 64 p.
- Chaix, R., Rajchman, M. (1980). Mutabilité du tissu urbain le long de la ligne ferrée de grande ceinture. Paris, IAURIF.
- Chapelon, L. (1997). Offre de transport et aménagement du territoire : évaluation spatiotemporelle des projets de modification de l'offre par modélisation multi-échelles des systèmes de transport. *Thèse Aménagement de l'espace et urbanisme* Université de Tours (C.E.S.A.), 558 p.
- Chapelon, L. (1998). "Evaluation des projets autoroutiers : vers une plus grande complémentarité des indicateurs d'accessibilité. Approche par analyse des retours imposés et des itinéraires empruntés." *Les Cahiers Scientifiques du Transport* (33): 11-40.
- Chapelon, L., Bozzani, S. (2003). "L'intermodalité air-fer en France : une méthode d'analyse spatiale et temporelle." in *L'Espace Géographique* 1: 60-76.
- Chapelon, L., (dir.), Jouvaud, B., Ramora, S. (2004). Accessibilité ferroviaire des préfectures de département de Provence-Alpes-Côte d'Azur : inégalités de desserte, concurrence modale et évolution 2003 - 2020. in *Débat public LGV PACA*, 60 p.
- Chapelon, L., Jouvaud, B., Ramora, S. (2004). Ligne à Grande vitesse Provence Alpes-Côte d'Azur : scénarios de desserte et potentialités socio-économiques des territoires. UMR ESPACE, 93 p.
- Chapelon, L., (dir.), Jouvaud, B., Ramora, S. (2005). Conception de services régionaux de transport public et optimisation de l'offre. Paris, (PREDIT) Ministère de l'équipement, Direction des Transports Terrestres, 213 p.
- Chapelon, L., Leclerc, R. (2006). L'accessibilité ferroviaire des villes françaises en 2020. Paris, La documentation française, Coll. Dynamique des territoires, 170 p.
- Chapelon, L. (2007). "Organisation spatiale urbaine et desserte autoroutière en Languedoc-Roussillon." *UMR ESPACE*, 16 p.
- Chapelon, L., Emsellem, K., UMR-ESPACE.(2008). "L'interface : contribution à l'analyse de l'espace géographique." in *L'espace Géographique* 37(3): 193-207.
- Chery, J. P. (1997). Pour un modèle d'un système spatial en zone frontalière franco-suisse : la frontière suisse considérée comme inertie spatiale et comme forme abstraite. in *Le Globe*, 137: 225-238.
- Chi, A., Crozet, Y. (2004). "L'intermodalité TGV / AIR : quel second souffle pour la gare de Lyon Saint Exupéry TGV ?" *Transports* 428: 360-366.
- Citrinot, L. (2002). Air/fer, concurrence ou complémentarité: Le train se fiance à l'avion. in *Aéroport magazine* 328 : 14-17.
- Clarke, K. C. (1986). "Advances in Geographic Information Systems." *Computers, Environment and Urban Systems* 10 (3-4): 175-184.
- Clarke, K. C., S. Hoppen, Gaydos, L. (1997). "A self-modifying cellular automaton model of historical urbanization in the San Francisco Bay area." *Environment and Planning B: Planning and Design* 24: 247-261.
- Clarke, K. C., Gaydos, L. (1998). "Loose coupling a cellular automata model and GIS: long-term growth prediction for San Francisco and Washington/Baltimore." *International Journal of Geographical Information Science* 12: 699-714. (1998). "Loose coupling a cellular automata model and GIS: long-term growth prediction for San Francisco and Washington/Baltimore " *International Journal of Geographical Information Science* 12: 699-714.
- CNDP (2005). Débat public autour de la LGV PACA, <http://www.debatpublic-lgvpaca.org>
- CNDP (2006). Débat public autour du contournement autoroutier de Nice, <http://www.debatpublic-pernice.org>.
- Codd, E. F. (1968). *Cellular Automata*. New York, Academic Press, 122 p.
- Colloque-TGV (1991). "TGV et Aménagement du territoire un enjeu majeur pour le développement local." *Syros/Alternatives (T.E.N)*, 153 p.
- Commissaire Au Plan, (Pres.) (1992). Transports 2010. Paris, La Documentation Française.
- Conesa, A. (2010). 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" *Thèse de doctorat en Géographie et aménagement*, Université de Lille-1, 494 p.
- Conway, J. (1970). "Le jeu de la vie, présenté par Martin Gadner " *Jeux mathématiques pour la Science* (56): 75-114.

- Corgne, S. (2004). Modélisation prédictive de l'occupation des sols en contexte agricole intensif : Application à la couverture hivernale par télédétection. *Thèse de Doctorat en Géographie* Université de Rennes-2, 240 p.
- Corgne, S., Hubert Moy, L., Tissot, C. (2006). "Modélisation prédictive et prospective des changements de l'occupation des sols. Interaction Nature-Société, analyse et modèles". La Baule, UMR 6554, LETG, 6 p.
- Costa, F J., Noble, A G. (1990). "The growth of metro systems in Madrid, Rome and Athens." *Cities* **7** (3): 224-229.
- Cottureau, A. (1969). *L'apparition de l'urbanisme comme action collective. L'agglomération parisienne au début du siècle. I. De Haussmann à la construction du métropolitain*, Sociologie du travail.
- Couclelis, H. (1985). "Cellular Worlds: A framework for modeling micro-macro dynamics." *Environment and Planning A* (20): 99-109.
- Couclelis, H. (1987). "Cellular dynamics: How individual decisions lead to global urban change." *European Journal of Operational Research* **30**(3): 344-346.
- Couclelis, H. (1997). "From cellular automata to urban models: New principles for model development and implementation." *Environment and Planning B* **24**: 165-174.
- Couclelis, H. (2009). Computational Human Geography. *International Encyclopedia of Human Geography*. Oxford, Elsevier: 245-250.
- Covenay, P., Highfield, R.(1995). *Frontiers of Complexity: The search for Order in a Chaotic World*. London, Faber and Faber, 488 p.
- Crozet, Y., Mercier, A., Ovtracht, N. (2007). "Distance spatiale, distance sociale. L'accessibilité peut-elle se substituer à la mixité ?" *Territoires 2030* **4**: 67-76.
- CRT Riviera (2007). Les clientèles étrangères dans les Alpes-Maritimes, CRT Riviera, 4 p.
- DATAR (1971). *Scénarios d'Aménagement du territoire*. Paris, La Documentation Française, 126 p.
- DATAR (1971). *Une image de la France en l'an 2000 : scénario de l'inacceptable*, Travaux et Recherches de Prospective, 173 p.
- DATAR (1975). *La Méthode des scénarios. Une réflexion sur la démarche et la théorie de la prospective*. Paris, La Documentation Française, (Collection Travaux et Recherches de Prospective), 133 p.
- DATAR, OEST., INRETS, SNCF, LET (1986). Effets socio-économiques du TGV en Bourgogne et Rhône-Alpes, DATAR.
- Dauphine, A. (1979). *Espace, région et système*. Paris, Economica, Collection Geographia.
- Dauphine, A., Hocquart, D., Ottavi, M., Renaudat, T. (1980). *Analyse Spatiale quantitative et appliqué. Formes et diffusion dans l'environnement périurbain*, Laboratoire de Géographie Raoul Blanchard, 83 p.
- Dauphine, A. (1984). *Espace terrestre et espace géographique, in les concepts de la géographie humaine*. Paris, Masson.
- Dauphiné, A. (1987). *Les modèles de simulation en géographie*. Paris, Edition Economica.
- Davezies, L., Ferro, S. (1990). *Les classements de villes. Renouveau ou déclin des analyses urbaines ?* Paris, (Créteil), Université de Paris XII Val-de-Marne, Institut d'Urbanisme de Paris, 68 p.
- Davezies, L. (1997). "La cohésion fragmentée." *Pouvoirs Locaux* **33**(2): 30-34.
- Davezies, L. (2002). "Notes de lecture du Deuxième rapport sur la cohésion : unité de l'Europe, solidarité des peuples, diversité des territoires " *Territoires 2020* (5): 79-91
- Davezies, L. (2008). *La république et ses territoires, la circulation invisible des richesses*. Paris, Seuil, 109 p.
- De Boe, P., Grasland, C., Healy, A. (1999). "Spatial integration, Strand 1.4." in *Study Programme on European Spatial Planning*.
- De Jouvenel, H. (1999). "La démarche prospective, un bref guide méthodologique." **47**: 47-68.
- De Nijs, T. C. M., De Niet, R., Crommentuijn, L. (2004). "Constructing land-use maps of the Netherlands in 2030." *Journal of Environmental Management* **72** (1-2): 35-42.
- De Noüe, M., d'Annunzio, D., Bourdillon, J., Brunet, R., Martinand, Cl. (1997). "Réseaux et Territoires." *Annales de Géographie* **106**: 552-554
- De Ruffray, S. (2004). "Le Grand Est : un espace différencié, interface marginale aux portes de l'Europe." *Revue Géographique de l'Est* **44**: 3-4.
- De Ruffray, S., Hamez, G (2009). "La dimension sociale de la cohésion territoriale : L'exemple de l'accessibilité aux maternités dans la Grande Région." in *L'Espace Géographique* **4**: 328-344.

- 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 de Tours, 401 p.
- Delorme, M., Mazoyer, J., Tougne, L. (1999). "Discrete parabolas and circles on 2D cellular automata." *Theoretical Computer Science* **218**(2-6): 347-417.
- DIACT (2006). Prospective et Territoire. Paris, in *Territoires 2030*, 180 p.
- Dietzel, C., Clarke, K.C. (2006). "The effect of disaggregating land use categories in cellular automata during model calibration and forecasting." *Computers, Environment and Urban Systems* **30** (1): 78-101.
- Dietzel, C., Clarke, K.C. (2007). "Toward Optimal Calibration of the SLEUTH Land Use Change Model." *Transactions in GIS* **11** (1): 29-45.
- Ding, Y., Fotheringham, A. S. (1992). "The integration of Spatial Analysis and GIS." *Computers, Environment and Urban Systems* **16**(1): 3-19.
- Direction-du-budget-et-du-trésor-de-Monaco (2005). Rapport sur l'élaboration du PIB/RNB. Principauté de Monaco, 13 p.
- Drewe, P. (1996). La coopération transfrontalière en Europe, un bilan critique. Communication pour les Ives rencontres de l'APDR, Universidade de Beira Interior, Covilhã.
- Dumolard, P. (1999). "Accessibilité et diffusion spatiale." in *L'espace Géographique* **3**(28): 205-214.
- Dupont, C., Knubel, D., Wiegandt, E. (2006). "Le transfrontalier : pour qui ? Par qui ? L'exemple de la Suisse." in *Après les frontières, avec la frontière*, Paris, l'Aube, Colloque du 2-3 juin, 2004.
- Dupuy, G. (1975). "Une technique de planification au service de l'automobile, les modèles de trafic urbain « document de travail, action concertée de recherche urbaine »", 201 p.
- Dupuy, G. (1995). *Les territoires de l'automobile*. Paris, Anthropos, 216 p.
- Durand-Dastes, F. (1984). Système et localisations : problèmes théoriques et formels. *Géopoint*. Avignon.
- Eastman, R. (1999). *Guide to GIS and Image Processing*, Clark University, Worcester, MA.
- EEA-ETC (2002). "Corine Land Cover updated 2000 Technical guidelines (2002)." <http://etc-lusi.eionet.europa.eu/>.
- Ellerkamp, P. (2001). Étude de l'extension urbaine autour d'Avignon et de Montpellier par la simulation de dynamiques spatiales à l'aide de modèles cellulaires d'interaction locale. *Thèse de Doctorat de Géographie*, Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, 300 p.
- Emsellem, K., Basse, R. M., Voiron-Canicio, Ch. (2010). "Mitos y realidades de la cooperación en el espacio transfronterizo frances, italiano y monegasco." *Documents d'Anàlisi Geogràfica* **56**(1): 111-131.
- Enaux, C., Gerber, P. (2008). "Les déterminants de la représentation transnationale du bassin de vie. Une approche fondée sur l'attachement au lieu des frontaliers luxembourgeois." *Revue d'Économie Régionale et Urbaine* **5**: 725-752
- Epstein, J., Axtell, R. (1996). *Growing Artificial Societies: Social Science From the Bottom Up*, The Brookings Institution, The MIT Press.
- ESPON (2004). Transport services and networks: territorial trends and basic supply of infrastructure for territorial cohesion. *Final report*. <http://www.espon.lu/online/documentation/projects/thematic/1950/fr-1.2.1-summary.pdf>.
- ESPON (2004). "Spatial scenarios and orientations in relation to the ESDP and EU Cohesion policy – *First interim report*. http://www.espon.lu/online/documentation/projects/cross_thematic/1635/1631.ir-1633.1632.pdf.
- European-Commission (1999). MURBANDY Model, Final Report on Project: Murbandy Change - Dresden. Monitoring Urban Dynamics. Ispra (Italy) European Commission, DG-Joint Research Centre.
- EuroRegion (1999). Pour une économie transfrontalière intégrée : panorama de l'Euro-Région, Groupe de travail franco-italien, 103 p.
- EUROSTAT-GISCO (2008). Geographical Information System of the Commission: Progress Report, 40 p.
- Facchinetti-Mannone, V. (2005). "La nodalité des gares TGV périphériques." *les cahiers scientifiques du transport* **48**: 45-58.
- Facchinetti-Mannone, V. (2005). "Efectos espaciales de las estaciones del TGV implantadas en la periferia de las ciudades pequenas." *Ingeniera y Territorio* **70**: 22-27.
- Facchinetti-Mannone, V. (2006). "Gares exurbanisées et développement urbain : le cas des gares TGV bourguignonnes." *Revue géographique de l'Est* **46**(1-2): 15-24.

- Faludi, A. (2004). "Territorial cohesion: old (French) wine in new bottles?." *Urban Studies* **41**(7): 1349-1365.
- Farrington, J. H., Farrington, C. (2005). "Rural accessibility, social inclusion and social justice: towards conceptualisation." *Journal of Transport Geography* **13**(1): 1-12.
- Farrington, J. H. (2007). "The new narrative of accessibility: its potential contribution to discourses in (transport) geography." *Journal of Transport Geography* **15**(5): 319-330.
- Fatès, N. (2001). Les automates cellulaires : vers une nouvelle épistémologie? *Mémoire de DEA histoire et philosophie des sciences*, Université Paris I, Sorbonne, 79 p.
- Fatès, N., Thierry, É., Morvan, M., Schabanel, N (2006). "Fully asynchronous behavior of double-quiescent elementary cellular automata." *Theoretical Computer Science* **362**(1-3): 1-16.
- Fazio, R. H., Herr, P. M., Olney, T-J. (1984). "Attitude accessibility following a self-perception process." *Journal of Personality and Social Psychology* **47**(2): 277-286.
- Federal-Hyghway-Administration (1976). Social and Economic Effects of Hyghways. Washington D.C., U.S, Departement of Transport.
- Ferrier, J.-P. (1984). Antée 1. La Géographie, ça sert d'abord à parler du territoire, ou le métier des géographes. La Calade (Bouches-du-Rhones) Editions Edisud, 248 p.
- FIAIP (2007). Osservatorio_immobiliare, <http://www.fiaip.it/>.
- Foltète, J-C., Genre Gran -Pierre, C., Josselin, D. (2008). Impact des réseaux viaires sur les mobilités urbaines : quelques illustrations. Paris Information géographique et dynamiques urbaines analyse et simulation de la mobilité des personnes in *Thériault M., Des Rosiers F, Hermès-Lavoisier*. **1**: 139-165.
- Foody, G. M. (1996). "Fuzzy modelling of vegetation from remotely sensed imagery." *Ecological Modelling* **85**(1): 3-12.
- Foody, G. M., Boyd, D.S. (1999). "Detection of partial land cover change associated with the migration of inter-class transitional zones." *International Journal of Remote Sensing* **20**(14): 2723-2740.
- Foody, G. M. (2002). "Status of land cover classification accuracy assessment." *Remote Sensing of Environment* **80**(1): 185-201.
- Forrester, J. W. (1961). *Industrial dynamics*, M.I.T. Press, 464 p.
- Forrester, J. W. (1969). *Urban dynamics*, M.I.T. Press, 285 p.
- Forrester, J. W. (1982). "Global modelling revisited." *Futures* **14**(2): 95-110.
- Frankhauser, P. (1994). *La fractalité des structures urbaines*. Paris, (Collection villes), Anthropos, Economica, 291 p.
- Fusco, G. (2004). Un modèle systémique d'indicateurs pour la durabilité de la mobilité urbaine : les cas de Nice et Gênes dans une comparaison internationale. *Thèse de Doctorat en Géographie*, Université de Nice Sophia-Antipolis, 728 p.
- Gatrell, A. C., Bailey T. C. (1996). "Interactive spatial data analysis in medical geography." *Social Science & Medicine* **42**(6): 843-855.
- Gaucherel C., Giboire, N., Viaud, V., Houet, T., Baudry, J., Burel, F. (2006). "A domain specific language for patchy landscape modelling: the Brittany agricultural mosaic as a case study." *Ecological Modelling* **194** (1-3): 233-243.
- Gay, J. C. (1995). Les discontinuités spatiales. Paris, Economica, 212 p. George, P. (1968). "Chemin de fer et développement urbain." in *Mélanges offerts à Maurice Pardé*, Rennes, Presse Universitaire de Bretagne: 229-237.
- Geurs, K. T., Van Wee, B. (2004). "Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions." *Journal of Transport Geography* **12** (2): 127-140.
- Geurs, K. T., Van Wee., B. (2006). "Ex-post Evaluation of Thirty Years of Compact Urban Development in the Netherlands." *Urban Studies* **43**(1): 1-22.
- Gibson, C C., Ostrom, E., Ahn, T K. (2000). "The concept of scale and the human dimensions of global change: a survey." *Ecological Economics* **32**(2): 217-239.
- Giogi, L., Schmidt, M (2005). "Transalpine transport: A local problem in search of European solutions or a European problem in search of local solution?" *Transport Reviews* **28**(1): 45-67.
- Girmaralpin (2005). Débat public LGV PACA : Traversée et desserte de la Côte d'azur par la ligne nouvelle, www.girmaralpin.org.
- Godet, M. (1977). *Crise de la prévision, essor de la prospective*, PUF, 188 p.
- Godet, M. (1985). *Prospective et planification stratégique*, Economica, 335 p.
- Godet, M. (1991). *De l'anticipation à l'action : manuel de prospective et de stratégie*. Paris, Dunod, 390 p.

- Godet, M. (1997a). *Manuel de prospective stratégique : Une Indiscipline intellectuelle*. Paris, Édition Dunod, 288 p.
- Godet, M. (1997b). *Manuel de prospective stratégique : L'art et la méthode*. Paris, Édition Dunod, 424 p.
- Gómez Delgado, M., Tarantola, S. (2006). "Global sensitivity analysis, GIS and multi-criteria evaluation for a sustainable planning of hazardous waste disposal site in Spain." *International Journal of Geographical Information Science* **20**(4): 449-466.
- Goodchild, M. F. (1997). "Towards a geography of geographic information in a digital world." *Computers, Environment and Urban Systems* **21** (6): 377-391.
- Grasland, C. (2004). "Les inégalités régionales dans une Europe élargie." in CHAVANCE B. (coord.), *L'Europe centrale face au grand élargissement : L'Europe centrale et balte dans l'intégration européenne*. Paris, L'Harmattan, coll. « Pays de l'Est »: 181-214.
- Grasland, C., Hamez, G. (2005). "Vers la construction d'un indicateur de cohésion territoriale européen ?" in *L'Espace Géographique* **2**: 97-116.
- Greene, D. L., Wegener, M. (1997). "Sustainable transport." *Journal of Transport Geography* **5**(3): 177-190.
- Gren, M. (2009). Time Geography. *International Encyclopedia of Human Geography*: 279-284.
- Gribbin, J. (2004). *Deep simplicity. Chaos, complexity and the emergence of life*. London, Penguin Books, 272 p.
- Groupe Frontière (Schulz, C. A., Beyer, A., Piermay, J-L., Reitel, B., Selimanovski, C., Sohn, Ch., Zander, P) (2004) La frontière, un objet spatial en mutation. in *EspacesTemps.net*, 8 p
- Guichonnet, P., Raffestin, C. (1974). *Géographie des frontières*. Paris, PUF, 223 p.
- Guitton, H. (1964). *Statistique et Econométrie*. Paris, Dalloz, 128 p.
- Gutiérrez, J., González, R., Gómez, G. (1996). "The European High-Speed Train Network: Predicted effects on accessibility patterns." *Journal of Transport Geography* **4**(4): 227-238.
- Gutiérrez, J., Urbano, P. (1996). "Accessibility in the European Union: the impact of the trans-European road network." *Journal of Transport Geography* **4**(1): 15-25.
- Gutiérrez, J. (2001). "Location, economic potential and daily accessibility: an analysis of the accessibility impact of the high-speed line Madrid-Barcelona-French border." *Journal of Transport Geography* **9**(4): 229-242.
- Gutiérrez, J., Condeço-Melhorado, A., Martín, J C. (2010). "Using accessibility indicators and GIS to assess spatial spillovers of transport infrastructure investment." *Journal of Transport Geography* **18**(1): 141-152.
- Gutowitz, H A. (1990). "A hierarchical classification of cellular automata." *Physica D: Nonlinear Phenomena* **45**(1-3): 136-156.
- Hagen, A. (2003). "Fuzzy set approach to assessing similarity of categorical maps." *International Journal of Geographical Information Science* **17**: 235-249.
- Hagen-Zanker, A., Straatman, B., Uljee I. (2005). "Further developments of a fuzzy set map comparison approach." *International Journal of Geographical Information Science* **19**(7): 769-785.
- Hagen-Zanker, A., Lajoie, G. (2008). "Neutral models of landscape change as benchmarks in the assessment of model performance." *Landscape and Urban Planning* **86**(3-4): 284-296.
- Hägerstrand, T. (1953). *Innovation Diffusion as spatial process*, University of Chicago Press, Chicago.
- Hägerstrand, T. (1976). "Geography and the study of interaction between nature and society." *Geoforum* **7**(5-6): 329-334.
- Haggett, P., Chorley, R. (1969). *Network Analysis in Geography*. London, Edouard Arnold.
- Halden, D. (2002). "Using accessibility measures to integrate land use and transport policy in Edinburgh and the Lothians." *Transport Policy* **9**(4): 313-324.
- Hall, P. (1997). "Modelling the post-industrial city." *Futures* **29**(4-5): 311-322
- Hall, P. (1999). "The future of cities." *Computers, Environment and Urban Systems* **23**(3): 173-185.
- Hamez, G. (2005). "Territorial Cohesion: How to Operationalize and Measure the Concept?" *Planning theory and Practice* **6**(3): 400-402.
- Hamez, G. (2006). "Le commerce du tabac à Adinkerke (Belgique) : la frontière franco-belge investie par les Britanniques." *Belgeo* **1-2**: 155-161.
- Harmelle, C. (1982). Saint-Antonin et sa région (1850-1940) : révolutions des transports et changement social. in *Les piqués de l'Aigle*. Paris, CNRS, INIST, 328 p.
- Harmelle, C. (1982). Les effets économiques et sociaux des aménagements de transport, SERT-INRETS.
- Hatem, F. (1993). *La prospective : pratiques et méthodes*. Paris, Economica, 385 p.

- Haton, J.-P., Nadjat, B., Charpillat, F., Haton, M.C., Lâasri, B., Lâasri, H., Marquis, P., Mondo, T., Napoli, A. (1991). *Le raisonnement en intelligence artificielle*, InterEdition, 467 p.
- Herold, M., H. Couclelis, Clarke, K C. (2005). "The role of spatial metrics in the analysis and modeling of urban land use change." *Computers, Environment and Urban Systems* **29**(4): 369-399.
- Hilferink, M., Rietveld, P. (1999). "Land Use Scanner: an integrated GIS-based model for long term projections of land use in urban and rural areas." *Journal of Geographical Systems* **1**(2): 155-177.
- Hillier, B., Hanson, J. (1984). *The social logic of space*, Cambridge, University Press.
- Holl, A. (2007). "Twenty years of accessibility improvements. The case of the Spanish motorway building programme." *Journal of Transport Geography* **15**(4): 286-297.
- Holland, R. W., Verplanken, B., Van Knippenberg, A. (2003). "From repetition to conviction: Attitude accessibility as a determinant of attitude certainty." *Journal of Experimental Social Psychology* **39**(6): 594-601.
- Hoover, E. (1955). *La localisation des activités économiques*, Editions ouvrières.
- Houet T., Gaucherel, C. (2007). "Simulation dynamique et spatialement explicite d'un paysage agricole bocager : Validation sur un petit bassin versant breton sur la période 1981-1998 " *Revue Internationale de Géomatique* **17**(3-4): 491-516.
- Houet T., Hubert-Moy, L. (2006). "Modelling and projecting land-use and land-cover changes with a cellular automaton considering landscape trajectories : an improvement for simulation of plausible future states." *EARSeL eProceedings*, **5**: 63-76.
- Houet T., Hubert-Moy, L., Tyssot, C (2008). "Modélisation prospective spatialisée à l'échelle locale : approche méthodologique " *Revue Internationale de Géomatique* **18**(3): 345-373.
- Houet T., Hubert-Moy, L., Corgne, S., Marchand J.-P (2008). "Approche systémique du fonctionnement d'un territoire agricole bocager." in *L'espace géographique* **3**(270-286).
- Hoymann, J. (2010). "Spatial allocation of future residential land use in the Elbe River Basin." *Environment and Planning B: Planning and design* **37**: 911-928.
- Hubert, J.-P. (1993). *La discontinuité critique. Essai sur les principes a priori de la Géographie humaine*. Paris, Publications de la Sorbonne, 221 p.
- Hubert-Moy, L., Cotonnec, A., Le Du, L., Chardin, A., Perez, P. (2001). "A Comparison of Parametric Classification Procedures of Remotely Sensed Data Applied on Different Landscape Units." *Remote Sensing of Environment* **75**(2): 174-187.
- Hubert-Moy, L., Corgnes, S., Mercier, G., Solaiman, B. (2002). Land use and land cover change prediction with the theory of evidence: a study case in an intensive agricultural region in France. *Fusion 2002*. Washington D.C., 8-11 July: 114-121.
- Highway Research Board. (1971). Summary an evaluation of economic consequences of highway improvements, Washington.
- INSEE (2007). "Evolution de l'emploi salarié : L'emploi en Provence-Alpes-Côte d'Azur : croissance encore soutenue." *SudINSEE, l'Essentiel*, http://www.insee.fr/fr/themes/document.asp?reg_id=5&ref_id=15419
- Institut de la Méditerranée (2004). Le système métropolitain méditerranée : vers la création d'une zone d'intégration mondiale en méditerranée, Livre Blanc du programme Interreg III B-MEDOC, 285 p.
- Isnard, H., Racine, J.-B., Reymond, H. (1981). *Problématique de la géographie*. Paris, PUF collection, 262 p.
- Jarlegand, S. (2004). Regards sur la coopération transfrontalière : enjeux, obstacles et perspectives : L'hôpital du futur - pour des voies européennes vers l'excellence. *Colloque de l'Association Européenne des Directeurs d'Hôpitaux*. Oslo, septembre 2004.
- Jefferis, V. E., Fazio, R. H. (2008). "Accessibility as input: The use of construct accessibility as information to guide behavior." *Journal of Experimental Social Psychology* **44**(4): 1144-1150.
- Jenks, M., Burton, E., Williams, K. (1996). *The Compact City: A Sustainable Form?*. London Spon Press, 360 p.
- Jiang, B., Claramunt, C., Batty, M. (1999). "Geometric accessibility and geographic information: extending desktop GIS to space syntax." *Computers, Environment and Urban Systems* **23**(2): 127-146.
- Kansky, K. (1963). *Structure of transportation networks*. Chicago (Department of Geography), Research Paper, 155 p.
- Kaplan, F. (2004). *L'Irréalité du temps et de l'espace - Réflexions philosophiques sur ce que nous disent du temps et de l'espace la science et la philosophie*. Paris, Les Editions du Cerf, 256 p.
- Kaufmaan, V. (2002). "Temps et pratiques modales. Le plus court est-il le mieux?" *Recherche, Transport, Sécurité* **75**: 131-143.

- Keeble, D., Owens, P.L., Thompson, C. (1982). "Regional accessibility and economic potential in the European Community." *Regional Studies* **16**: 419-432.
- Klein, O. (2001). "La genèse du TGV, une innovation contemporaine de l'épuisement du fordisme." *Innovation, Cahier d'économie de l'innovation* (13): 111-132.
- Knight, R. L. (1980). "The impact of rail transit on land use : evidence and a change of perspective " *Transportation* **9** 3-16.
- Koening, J.-C. (1980). "Indicators of Urban Accessibility : Théory and Application." *Transportation* **9**: 145-172.
- Kumar, R., Wyman, C. E. (2009). "Does change in accessibility with conversion depend on both the substrate and pretreatment technology?" *Bioresource Technology* **100** (18): 4193-4202.
- Kurtz, M. (2009). Time and Historical Geography. *International Encyclopedia of Human Geography*. K. Rob and T. Nigel. Oxford, Elsevier: 259-265.
- Kwan, M. P., Weber, J. (2008). "Scale and accessibility: Implications for the analysis of land use-travel interaction " *Applied Geography* **28** (2): 110-123.
- L'Hostis, A. (1997). Image de synthèse pour l'aménagement du territoire : la déformation de l'espace par les réseaux de transport rapide. *Thèse de Doctorat en Aménagement du Territoire*, Université de Tours, 306 p.
- L'Hostis, A. (2009). "The shrivelled USA: representing time-space in the context of metropolitanization and the development of high-speed transport." *Journal of Transport Geography* **17**(6): 433-439.
- Laboratoire d'Analyse Spatiale (1995). Aménagement rural, Gestion-Développement communal, Education à l'Environnement, Education civique : Villars-sur-Var, village rural et montagnard. Paris, La Documentation française, 279 p.
- Lamassoure, A. (2005). Rapport sur les coopérations transfrontalières. Paris, Ministère des Affaires Etrangères, 35 p.
- Lambin, E. F., Strahler, A H. (1994). "Change-vector analysis in multitemporal space: A tool to detect and categorize land-cover change processes using high temporal-resolution satellite data " *Remote Sensing of Environment* **48**(2): 231-244.
- Lambin, E. F. (1996). "Change detection at multiple temporal scales: Seasonal and annual variations in landscape variables, ." *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* **62**(8): 931-938.
- Langlois, P., Phipps M. (1997). *Automates cellulaires. Application à la simulation urbaine*. Paris, Hermes, 197 p.
- Langton, C. G. (1986). "Studying artificial life with cellular automata." *Physica D: Nonlinear Phenomena* **22**(1-3): 120-149.
- Langton, C. G. (1990). "Computation at the edge of chaos: Phase transitions and emergent computation." *Physica D: Nonlinear Phenomena* **42**(1-3): 12-37.
- Lapierre, J-W. (1992). *L'analyse des systèmes. L'application aux sciences sociales*. Paris, Syros-Alternatives.
- Larroque, D., Jigaudon, G. (1985). Petites villes et infrastructures de transport, 1851-1954 Conservatoire National des Arts et Métiers, CDHT, 1985.
- Lau, J. C. Y., Chiu, C. C. H. (2004). "Accessibility of workers in a compact city: the case of Hong Kong " *Habitat International* **28** (1): 89-102.
- Le Berre, M. (1984). "Pour une modélisation systémique de la différenciation spatiale." *Géopoint*: 83-102.
- Le Berre, M. (1992). Territoire. *Encyclopédie de Géographie, sous la direction d'Antoine Bailly, Robert Ferras et Denise Pumain*, Economica: 617 -638.
- Le Moigne, J.-L. (1994). *La théorie du système général-Théorie de la modélisation*. Paris, 4ème édition, PUF, 338 p.
- Le Moigne, J-L. (1999). *La modélisation des systèmes complexes*. Paris, Dunod.
- Lee, D. B. (1973). "Requiem for Large-Scale Models." *Journal of the American Institute of Planners* **39**(3): 163-178.
- Leloup, F., Moyart, L. (2006). "La région frontalière : vers quels nouveaux modes de développement et de gouvernance? ". Colloque Après les frontières, avec la frontière du 2-3 juin 2004, Paris, *In Amilhat-Szary A.L. & Fourny M.C.*, Editions de l'Aube: 38-56.
- Leporini, B., Paternò, Fabio., Scorcia, A. (2006). "Flexible tool support for accessibility evaluation." *Interacting with Computers* **18**(5): 869-890.

- Lévêque, C., Muxartt, T., Abbadiel, L., Weil, A., van der Leeuw, S. (2003). "L'anthrosystème : entité structurelle et fonctionnelle des interactions sociétés - milieux." in Lévêque, Ch. et van der Leeuw, S. (éds) *Quelles natures voulons-nous ?*, Paris, Elsevier: 110-129.
- Levine, J., Garb, Y. (2002). "Congestion pricing's conditional promise: promotion of accessibility or mobility?" *Transport Policy* 9(3): 179-188.
- Levinson, D M. (1998). "Accessibility and the journey to work." *Journal of Transport Geography* 6(1): 11-21.
- Levy, J., Lussault, M. (2003). *Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés*. Paris, Belin, 1033 p.
- Li, H., Reynolds, J F. (1997). "Modeling effects of spatial pattern, drought, and grazing on rates of rangeland degradation: A combined Markov and cellular automaton approach." *Scale in Remote Sensing and GIS*, D. A. Quattrochi and M. F. Goodchild eds., Lewis Publishers, New York, : 211-230.
- Linneker, B., Spence, N. (1996). "Road transport infrastructure and regional economic development: The regional development effects of the M25 London orbital motorway." *Journal of Transport Geography* 4(2): 77-92.
- Longley, P. (1999). "Understanding income distributions in urban systems." *Computers, Environment and Urban Systems* 23(5): 333-337.
- Longley, P. (2006). "Grand challenges, environment and urban systems." *Computers, Environment and Urban Systems* 30(1): 1-9.
- Longley, P. A., Batty, M. (1989). "Fractal measurement and line generalization." *Computers & Geosciences* 15(2): 167-183.
- Lösch, A. (1954). *Die Räumliche Ordnung der Wirtschaft, 1940*, (Jena, Gustav Fischer), English translation : *The Economics of Location*, New Haven, Conn, Yale University Press.
- Lotfi, S., Koohsari, M J. (2009). "Measuring objective accessibility to neighborhood facilities in the city (A case study: Zone 6 in Tehran, Iran)." *Cities* 26(3): 133-140.
- LOTI (2006). Bilan LOTI de la LGV Rhône-Alpes, RFF-SNCF, 74 p.
- LOTI (2007). Bilan LOTI de la LGV Méditerranée, RFF/SNCF, 117 p.
- Lyon-Turin-Ferroviaire (2003). "Synthèse des études de trafic, économiques et socio-économique." *Chambery, LTF*.
- Mandelbrot, B B. (1982). *The fractal Geometry of Nature*. W.H. Freeman & Co Ltd, 468 p.
- Mannone, V. (1995). L'impact régional du TGV Sud-Est. *Thèse de Doctorat de Géographie*, Provence Aix-Marseille, 567 p.
- Marceau, D-J., Ménard, A., Moreno, N. (2008). Les automates cellulaires appliqués à la simulation des changements d'utilisation du sol : sensibilité à l'échelle spatiale et temporelle. Paris, in Thériault M., Des Rosiers F., *Information géographique et dynamiques urbaines, analyse et simulation de la mobilité des personnes*, Hermès-Lavoisier 1: 227-247.
- Maria de Almeida, C., Batty, M., Vieira Monteiro, A.M., Camara, G., Soares-Filho, B.S., Cerqueira, G.C., Pennachin, C.L. (2003). "Stochastic cellular automata modeling of urban land use dynamics: empirical development and estimation." *Computers, Environment and Urban Systems* 27(5): 481-509.
- Marshall, A. (1920). *Principle of Economics*. Londres, MacMilan.
- Martelli, A. (2001). "Scenario building and scenario planning: state of the art and prospects of evolution " *Future Research Quarterly* : 57-74.
- Martin, D., Longley, P., Higgs, G. (1994). "The use of GIS in the analysis of diverse urban databases " *Computers, Environment and Urban Systems* 18(1): 55-66.
- Martin, J C., Reggiani, A. (2007). "Recent Methodological Developments to Measure Spatial Interaction: Synthetic Accessibility indices Applied to High-speed Train Investment." *Transport Reviews* 27(5): 551-571.
- Masser, I., Svidén, O., Wegener, M. (1992). "From growth to equity and sustainability: Paradigm shift in transport planning?" *Futures* 24(6): 539-558.
- Mathis, P., Polombo, N. (1991). L'intégration des modes de transport pour une renaissance de la Façade Atlantique : Simulation et Prospective, DATAR, Rapport d'étape, Contrat Prospective et Territoires.
- Mathis, P., Polombo, N., L'Hostis, A. (1993). Les Grandes vitesses, in *Circuler demain*, Alain Bonnafous, François Plassard, Bénédicte Vulin (dir.), La Tour d'Aigues : DATAR/Editions de l'aube (Mondes en cours, Prospective et territoire): 129-142.
- Mathis, P. (1996a). La Stratégie des réseaux de transport dans le grand Ouest. Paris, in *L'Entreprise Atlantique*, Yves Morvan (dir), Editions de l'aube (Mondes en cours, Cités et territoires, IAAT): 97-111.

- Mathis, P. (1996b). Bassin atlantique et réseaux de transport Paris, in *Le Colporteur des mondes : penser l'Atlantique en Europe*, Xavier Gizard (dir), Editions de l'aube (Cités et territoires, IAAT): 119-130.
- Mathis, P. (2000). Multimodalité et intermodalité dans les transports, in *Atlas de France, Volume Transport et Energie*, Chapelon, L., Saint Julien, T. (coord), Montpellier/Paris : GIP Reclus/La Documentation Française : 99-112.
- Mathis, P. (2001). Mobilité et pratiques du secteur des gares et du centre-ville à Lille : quelques éléments à partir d'une évaluation de la journée « En ville sans ma voiture », in *Actes INRETS, Gares et quartiers de gares, signes et marges (77)*: 45-52.
- Mathis, P. (2003a). *Graphe et réseaux. Modélisation multiniveau*. Paris, Lavoisier, 358 p.
- May, A. D., Page, M., Hull, A. (2008). "Developing a set of decision-support tools for sustainable urban transport in the UK." *Transport Policy* **15**(6): 328-340.
- May, R. M. (1976). "Simple mathematical models with very complicated dynamics." *Nature* **264**: 459-467.
- Meadows, R. (1972). *The limits to growth?*. Paris, Fayard, 315 p.
- Menerault, P., L'Hostis, A. (2003). "Projets de grande vitesse ferroviaire en Grande-Bretagne : lignes ou réseaux ? ." *Hommes et Terres du Nord* : 43-54.
- Mercantour Maritime (2006). Plan d'action pour l'espace Mercantour - Alpi Maritime, Parc national du Mercantour / Parco naturale Alpi Maritime.
- Merlin, P. (1991). *Géographie, économie et planification des transports*, PUF, 472 p.
- Merlin, P. (2002). *L'aménagement du territoire*, PUF, 464 p.
- Moine, A. (2003). "Systémogénèse d'un espace de production transfrontalier : le Jura horloger " *Mappemonde* **71**(3): 25-30.
- Moine, A. (2006). "Le territoire comme un système complexe : un concept opératoire pour l'aménagement et la géographie." in *L'Espace géographique* **2** : 115-232.
- Moine, A. (2007). "Introduction : la Franche-Comté ou la réalité d'un territoire en interface." *Revue géographique de l'Est*, **47**(3): 139-140.
- Moine, A. (2007). *Le territoire : comment observer un système complexe*, Harmattan, 176 p.
- Moine, A. (2008). "Analyser les territoires." *Revue de l'Association des Professeurs d'Histoire et de Géographie* **403**: 81-93.
- Mokhtarian, P L., Salomon, I. (2001). "How derived is the demand for travel? Some conceptual and measurement considerations." *Transportation Research Part A: Policy and Practice* **35**(8): 695-719.
- Moles, A A., Rohmer, E. (1972). *Psychologie de l'espace*, Éd. Casterman-Poche, 163 p
- Moreau, T H. (1985). La ligne dans la vallée, Histoire et fonctionnement de la ligne de Sceaux, rapport Réseaux 2000, RATP.
- Morellet, O., Marshal, P. (1995). M.A.T.I.S.S.E. : Un modèle intégrant étroitement contexte socio-économique et offre de transport. Paris, INRETS, 250 p.
- Moretti, A. (1990). "Un nouveau réseau de transport fondé sur le métro. Effets généraux sur le développement urbain et effets locaux sur l'occupation du sol." *Flux* (3): 67-80.
- Morin, E. (1990). *Introduction à la pensée complexe*, E.S.F éditeur, 158 p.
- Morin, E. (2005). *Introduire la pensée complexe*. Paris, Seuil (nouvelle édition), 158 p.
- Moseley, M J. (1979). *Accessibility : The Rural Challenge*, London, Methuen, 204 p.
- MOT (2002). Les transports transfrontaliers dans les agglomérations transfrontalières. Paris, Editions Ministère de l'Équipement, du Logement, des Transports, du Tourisme et de la Mer, 138 p.
- MOT (2006). Les transports publics transfrontaliers de voyageurs, Mission Opérationnelle Transfrontalière (MOT) (dir.), Actes de colloque du séminaire de Lille, 122 p.
- MOT (2007a). La frontière et le territoire transfrontalier, <http://www.espaces-transfrontaliers.org/indexsite.php>.
- MOT (dir.). (2007b). Le territoire transfrontalier de la coopération franco-italo-monégasque, <http://www.espaces-transfrontaliers.org/territoire/cartementon.pdf>.
- Muhammad, S., De Jong, T., Ottens, H.F.L. (2008). "Job accessibility under the influence of information and communication technologies, in the Netherlands " *Journal of Transport Geography* **16**(3) : 203-216.
- Munoz, F. (2003). "Lock living: Urban sprawl in Mediterranean cities." *Cities* **20**(6): 381-385.
- Murray, G., Judd, F., Jackson, H., Frase, C., Komiti, A., Hodgins, G., Pattison, P., Humphreys, J., Robins, G (2005). "The Five Factor Model and Accessibility/Remoteness: Novel evidence for person-environment interaction." *Personality and Individual Differences* **39** (4): 715-725.
- Neumann, V. (1966). *Theory of Self-Reproducing Automata*, University of Illinois Press, Urbana.

- Neutens, T., Schwanen, T., Witlox, F., De Maeyer, P. (2008). "My space or your space? Towards a measure of joint accessibility." *Computers, Environment and Urban Systems* **32**(5): 331-342.
- Newman, P., Kenworthy, J., Vintila, P. (1995). "Can we overcome automobile dependence? : Physical planning in an age of urban cynicism." *Cities* **12**(1): 53-65.
- Newman, P., Kenworthy, J. (1996). "The land use transport connection: An overview." *Land Use Policy* **13**(1): 1-22.
- Norman, L. M., Feller, M., Guertin D. P. (2009). "Forecasting urban growth across the United States-Mexico border " *Computers, Environment and Urban Systems* **33** (2): 150-159.
- O'Sullivan, D., Unwin, D.J. (2003). *Geographics Informations Analysis*. WILEY&SONS, INC, 436 p.
- Observatoire-du-Tourisme-des-Alpes-Maritimes (2007). <http://www.cotedazur-touriscope.com/v2/home/>.
- Odoki, J. B., Kerali, H. R., Santorini, F. (2001). "An integrated model for quantifying accessibility-benefits in developing countries" *Transportation Research Part A : Policy and Practice* **35**(7): 601-623.
- Offner, J.-M. (1980). *L'évaluation des investissements de transport : effets ou congruence?* Colloque du GRECO-CNRS, novembre 1980.
- Offner, J.-M. (1991). Le tramway Saint-Denis-Bobigny, entre réseaux et territoires, R.T.S. / INRETS. (29) mars 1991.
- Offner, J. M. (1993). "Les effets structurants du transport : Mythe politique, Mystification scientifique." in *L'Espace géographique* **3**: 233-242.
- Offner, J. M., Marchand, B., Sanders, L., Chan, P. (1982). Transports collectifs et activités commerciales locales, Rapport de recherche IRT. (57) avril 1982
- Ollivro, J. (1995). "La gare Rhône-Alpes Sud et l'espace "Rovaltain" : de l'espace traversé à l'espace dynamisé? ." *Mappemonde* **2**: 18-21.
- Ollivro, J. (1999). "Quand la vitesse recompose le territoire : localisation des gares TGV et organisation urbaine." *Annales des Ponts et Chaussées*, (89) : 25-30.
- Ollivro, J. (2000). *L'homme à toutes vitesses : de la lenteur homogène à la rapidité différenciée*, PUR, 179 p.
- Olsson, J. (2009). "Improved road accessibility and indirect development effects: evidence from rural Philippines." *Journal of Transport Geography* **17**(6): 476-483.
- Omer, I. (2006). "Evaluating accessibility using house-level data: A spatial equity perspective." *Computers, Environment and Urban Systems* **30**(3): 254-274.
- Orfeuill, J.-P. (2000). *Stratégie de localisation : ménages et services dans l'espace urbain*, La Documentation française, 78 p.
- Page, M., Parisel, C., Pumain, D., Sanders, L. (2001). "Knowledge-based simulation of settlement systems " *Computers, Environment and Urban Systems* **25** (2): 167-193.
- Pares, R. (1974). *Le chemin de fer en France, histoire, évolution*. Paris, La Documentation française, Notes et études documentaires, 82 p.
- Pasquier, R., Simoulin, V., Weisbein, J. (dir.) (2007). *La gouvernance territoriale. Pratiques, discours et théories*. Paris, L.G.D.J., 235 p.
- Pérez, S. (1999). Analyse spatiale des régions frontalières et des effets de frontière : application aux espaces frontaliers franco-espagnols du Pays Basque et de la Catalogne, et à l'espace franco-italien des Alpes du Sud. *Thèse de doctorat en Géographie*, Université de Nice Sophia-Antipolis, 366 p.
- Phipps, M. (1989). "Dynamical Behavior of Cellular Automata under the constraint of Neighborhood Coherence." *Geographical Analysis* **21**: 197-204.
- Phipps, M. (1990). *La genèse des formes de l'espace géographique : un exemple d'épistémologie évolutionniste*, Université d'Ottawa.
- Phipps, M., Langlois, A. (1997). "Spatial Dynamics, Cellular Automata, and Parallel Processing Computer." *Environment and Planning B* **24**: 193-204.
- Pina, M., Rego, A. (2010). "Complexity, simplicity, simplexity." *European Management Journal* **28**(2): 85-94.
- Piquant, M. (2003). "Le Grand sud-est français. Un espace stratégique dans la recomposition spatio-logistique en cours en Europe?" in *L'Espace géographique* **2**: 98-112.
- Piveteau, V. (1995). *Prospective et territoires : apport d'une réflexion sur le jeu*, Cemagref Edition, Antony, 298 p.
- Plassard, F. (1977). "Axe de transport et déformation de l'espace." *International Journal of Transport Economics* **4**: 21-54.

- Plassard, F. (1989). "Infrastructures de transport et transformation de l'espace : Le cas de la région du Creusot et de Montceau-les-Mines entre 1780 et 1980 " *Culture technique* (19): 150-158.
- Plassard, F. (1991). *La Révolution T.G.V.* Paris in T.G.V. et aménagement du territoire, Syros/alternatives (T.E.N.), 153 p
- Plassard, F. (1993). "Grande vitesse et polarisation de l'espace." *Informations et commentaires* (82): 35-38.
- Plassard, F. (1997). "Les effets des infrastructures de transport, modèles et paradigmes " *Infrastructures de transport et territoire*, Burmeister, A., Joignaux, G (dir), L'Harmattan : 39-54.
- Plassard, F. (2003). *Transport et territoire*, Documentation Française, PREDIT, 97 p
- Plassard, F. (2004). "Une approche rétrospective de la prospective : « le scénario de l'inacceptable »." *Géocarrefour* 77 (2): 197-214.
- Plassard, F. (2004). *Rétrospective de la prospective, la prospective dans les transports et l'aménagement du territoire*. Paris, Futuribles International, 122 p.
- Pontius, R. G. (2002). "Statistical Methods to Partition Effects of Quantity and Location During Comparison of Categorical Maps at Multiple Resolutions." *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 68: 1041-1049.
- Pontius, R. G., Huffaker, D., Denman, K (2004). "Useful techniques of validation for spatially explicit land-change models." *Ecological Modelling* 179(4): 445-461.
- Pontius, R. G., Shusas, E., McEachern, M (2004). "Detecting important categorical land changes while accounting for persistence." *Agriculture, Ecosystems & Environment* 101(2-3): 251-268.
- Pontius, R. G., Castella, J-C., De Nijs, T., Duan, Z., Fotsing, E., Goldstein, N., Kok, K., Koomen, E., Lippitt, C D., McConnell, W., Sood, A M., Pijanowski, B A., Veldkamp, T., Verburg, P H. (2007). "Lessons and challenges in land change modeling as revealed by map comparisons". Conference on the science and education of land use. <http://nercrd.psu.edu/taluc/Papers/PontiusLessons.pdf>.
- Poux, X. (2003). "Les méthodes des scénarios." *In Prospective pour l'environnement : Quelles recherches? Quelles ressources? Quelles méthodes?*, Ed. Mermet.L., La Documentation française: 33-50.
- Pred, A. (1966). *City Systems in Advance Economies*. London, Hutchinson, 256 p.
- Pred, A. (1966). *The spaial dynamicss of U.S Urban Industrial Growth, 1800-1914*. Cambridge, Mass, M.I.T. Press.
- Préfecture des Alpes-Maritimes (2003). Directive Territoriale d'aménagement des Alpes Maritimes. <http://www.adaam06.fr/>.
- Préfecture-PACA (2006). Lancement du programme de coopération transfrontalière franco-italienne pour 2007-2013, Préfecture des Bouches-du-Rhône.
- Preston, J., Rajé, F. (2007). "Accessibility, mobility and transport-related social exclusion." *Journal of Transport Geography* 15(3): 151-160.
- Preston, J., Rajé, F. (2007). "Accessibility, mobility and transport-related social exclusion." *Journal of Transport Geography* 15(3): 151-160.
- Pucci, P. (2006). "Mobilita e territorio. Nuove pratiche nella regione urbana milanese." *AreaVasta* (12-13): 138-146.
- Pucci, P. (2010). "Territoire et populations « en mouvement ». Pratiques de mobilité dans la région urbaine de Milan." *Flux* (79-80): 101-109.
- Pumain, D. (1981). "Peut-on modéliser la répartition de la croissance urbaine?" *Informatique et Science humaines* (50): 103-121.
- Pumain, D. (1982). "Chemin de fer et croissance urbaine en France au XIXème siècle." *Annales de Géographie*(507): 529-550.
- Pumain, D. (1998). "Les modèles d'auto-organisation et le changement urbain." *Les Cahiers de Géographie du Québec* 42(117): 349-366.
- Racine, J.-B., Reymond, H. (1973). *L'analyse quantitative en Géographie*. Paris, PUF, 316 p.
- Rallet, E., Torre, A. (1995). *Economie industrielle et économie spatiale*, Economica, 473 p.
- Reginster, I., Rounsevell, M. (2006). "Scenarios of future urban land use in Europe" *Environment and Planning B: Planning and Design* 33: 619-636.
- Regione-Liguria (2007). *La Liguria tra le carte : Territorio Informatica Pianificazione*, Dipartimento Pianificazione Territoriale, 70 p.
- Région-PACA (2003). *L'état de la région Provence- Alpes Côte d'Azur-projet de diagnostic*, Région-PACA, 75 p.

- Reitel, B. (2006). Les logiques de projet dans l'agglomération transfrontalière de Strasbourg-Kehl et de l'agglomération trinationale de Bâle : vers l'émergence de nouvelles territorialités ? *Après les frontières, avec la frontière*, Editions de l'Aube, in Amilhat-Szary A.L. & Fourny M.C: 151-167.
- Remy, I., Voye, L. (1992). *La ville : vers une nouvelle définition?* Paris, L'harmattan, 173 p.
- Renard, J-P. (1997). *Le Géographe et les frontières*. Paris, l'Harmattan, 300 p.
- Reynolds-Feighan, A., McLay, P. (2006). "Accessibility and attractiveness of European airports: A simple small community perspective." *Journal of Air Transport Management* **12** (6): 313-323.
- Ribeiro, A., Antunes, A. P., Pérez, A. (2010). "Road accessibility and cohesion in lagging regions: Empirical evidence from Portugal based on spatial econometric models." *Journal of Transport Geography* **18**(1): 125-132.
- Robinson, J. (1990). "Futures under glass: a recipe for people who hate to predict." *Futures* **22**(9): 820-847.
- Ruggiero, A. d. (2006). *Nouvelle histoire de Nice*. Toulouse Editions Privat, 350 p.
- Sanders, L. (2001). *Modèles et analyses spatiales*. Paris, Hermes, 333 p.
- Sartre, J.-P. (1943). *L'être et le néant : Essai d'ontologie phénoménologique*. Paris, Galimard, 675 p.
- Ségonne, C. (1998). Comportement de choix d'itinéraires, le cas des automobilistes marseillais confrontés au péage urbain de financement. *Thèse de doctorat en économie des transports*, Université Lumière Lyon 2: 250 p.
- Semolin, F. (1997). "An urban and Regional model based on cellular automata " *Environment and Planning B-Planning & Design* **24** (4): 589-612.
- Sen, A. (1981). *Poverty and Famines: An Essay on Entitlement and Deprivation*. London Oxford University Press, 257 p.
- SETEC (1991). "Etudes d'impact du TGV Méditerranée : Analyse géographique et économique de la situation existante et impact de la ligne nouvelle sur l'organisation de l'espace" SETEC-organisation, 1991.
- SETEC (1991). "Etudes d'impact du TGV Méditerranée : Etude des impacts sur l'économie des départements traversés par la ligne nouvelle." SETEC-organisation, 1991.
- Shahumyan, H., White R., Twumasi, B O., Convey, S., Williams, B., Critchley, M., Carty, J., Walsh, C., Brennan, M. (2009). The Moland Model Calibration and Validation for the Greater Dublin Region UCD Urban Institute Ireland, 32 p.
- Shannon, C. E., Weaver, W. (1949). *The Mathematical Theory of Communication*, University of Illinois Press; Urbana, III, 144 p.
- Shearer, A W. (2005). "Approaching scenario-based studies: three perceptions about the future and considerations for landscape planning." *Environment and Planning B: Planning and Design* **32**: 67-87.
- Shelling, T. (1978). "Micromotives and Macrobehaviors." *W.W. Norton & Compagny*, 256 p.
- Shen, T.-y., Wang, W.-d., Hou, M., Guo, Z.-c., Xue, L., Yang, K-z (2007). "Study on Spatio-Temporal System Dynamic Models of Urban Growth." *Systems Engineering - Theory & Practice* **27**(1): 10-17.
- Shi, J., Ying, X. (2008). "Accessibility of a Destination-Based Transportation System: A Large Airport Study " *Tsinghua Science & Technology* **13** (2): 211-219.
- Siedentop, S., Fina, S (2010). "Urban Sprawl beyond growth: the Effect of Demographic change On Infrastructure Cost." *Flux* **79-80**: 90-100.
- Silva, E. A., Clarke, K. C (2002). "Calibration of the SLEUTH urban growth model for Lisbon and Porto, Portugal." *Computers, Environment and Urban Systems* **26**(6): 525-552.
- Sklar, F. H., Costanza, R., Day, J W. (1985). "Dynamic spatial simulation modeling of coastal wetland habitat succession." *Ecological Modelling* **29**(1-4): 261-281.
- SNCF-RFF (2004). Etudes sur les trois gares nouvelles : Nord Toulon, est Var et Ouest Alpes-Maritimes. *in Débat public LGV PACA*, 23 p.
- Social-Exclusion-Unit (2003). Making the connections: final Report on Transport and Social exclusion, Summary. London, ODPM.
- Solecki, W. D. Oliveri., C. (2004). "Downscaling climate change scenarios in an urban land use change model." *Journal of Environmental Management* **72** (1-2): 105-115.
- Soutif, V. (1997). Domicile-travail : deux lieux, deux mondes ? Le cas de « l'Euregio » Meuse-Rhin. *In Renard J.P. (dir), Le géographe et les frontières*. Paris, Collection Les Rendez-vous d'Archimède, L'Harmattan : 115-147.
- Spence, N., Linneker, B (1994). "Evolution of the motorway network and changing levels of accessibility in Great Britain." *Journal of Transport Geography* **2**(4): 247-264.

- Spiekermann, K., Wegener, M. (1996). "Trans-European Networks and unequal accessibility in Europe." *European Journal of Regional Development (EUREG)* **4**: 35-42.
- Storper, M. (1996). "Regional Economies as Relational Assets." in Dupuy, C., Gilly, J-P, *Revue d'Economie Régionale et Urbaine* (4): 567-572.
- Stopher, P. R. (2004). "Reducing road congestion: a reality check." *Transport Policy* **11**(2): 117-131.
- Stopher, P. R., Ergün, G (1982). "The effect of location on demand for urban recreation trips." *Transportation Research Part A: General* **16**(1): 25-34.
- Stopher, P. R., Greaves, S. P. (2007). "Household travel surveys: Where are we going?" *Transportation Research Part A: Policy and Practice* **41**(5): 367-381.
- Straatemeier, T. (2008). "How to plan for regional accessibility." *Transport Policy* **15**(2): 127-137.
- Straatman, B., White, R., Engelen, G (2004). "Towards an automatic calibration procedure for constrained cellular automata." *Computers, Environment and Urban Systems* **28**(1-2): 149-170.
- Sud-INSEE (2009). "SUD INSEE, conjoncture. L'emploi en Provence-Alpes-Côte d'Azur : Croissance encore soutenue en 2007." INSEE, 2009
- Sutto, L. (2009). "L'émergence et la construction d'un espace alpin des transports lues à travers l'histoire du Lyon-Turin." in *Les cahiers scientifiques de transport*(56): 109-135.
- Swait, J. (2001). "Choice set generation within the generalized extreme value family of discrete choice models." *Transportation Research Part B: Methodological* **35**(7): 643-666.
- SYSTRA (2004). La LGV PACA, une opportunité pour développer le transport régional en train ?, Débat Public sur la L.G.V. P.A.C.A. volet trafic/socio-économique, 32 p.
- Tansley, A. G. (1935). "The use and abuse of vegetational concepts and terms." *Ecology* **16**: 284-307.
- Tardy, R. (1997). "Le rôle de la frontière dans le développement économique d'une petite ville : Bellegarde-sur-Balserine de 1871 à 1997 " in *Le Globe* **137**: 33-59.
- Thompson, I. B. (1995). "High-speed transport hubs and Eurocity status: the case of Lyon." *Journal of Transport Geography* **3**(1): 29-37.
- Thrift, N. (1977). *An introduction to Time Geography*, Norwich, Geo Books CATMOG, 36 p.
- Thrift, N. (1983). "On the determination of social action in space and time." *Environment and Planning D: Society and Space* **1**: 23-57.
- Thrift, N., Glennie, P. (2001). Time-geography. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*. J. S. Neil and B. B. Paul. Oxford, Pergamon **15** : 692-696.
- Tobler, W. R (1970). "A computer movie simulating urban growth in the Detroit region." *Economic Geography* **46**: 234-240.
- Tobler, W. R. (1979). "Cellular geography " in *Philosophy in Geography*, S.Gale, G.Ollson (Eds), Reidel, Dordrecht: 279-386
- Torrens, P. M., Benenson I. (2005). "Geographic Automata Systems." *International Journal of Geographic Information Science* **19** (4): 385-412.
- Torrens, P M., Nara, A. (2007). "Modeling gentrification dynamics: A hybrid approach " *Computers, Environment and Urban Systems* **31**(3): 337-361.
- Torrens, P M., O'Sullivan, D (2001). "Editorial: Cellular automata and urban simulation: where do we go from here " *Environment and Planning B: Planning and Design* **28**: 163-168.
- Troin, J F. (1995). *Rail et aménagement du territoire. Des héritages aux nouveaux défis. Aix-en-Provence.*, Edisud, 261 p.
- Tuppen, J N. (1977). Redevelopment of the city centre: the case of Lyon-La Part Dieu. *Scottish Geographical Magazine*. **93**: 151-158.
- Turin, A. M. (1952). "The Chemical Basis of Morphogenesis." *Philosophical Transactions of the Royal Society B (London)* **237**: 37-72.
- Turner, M. G., Costanza, R., Sklar, F H. (1989). "Methods to evaluate the performance of spatial simulation models." *Ecological Modelling* **48**(1-2): 1-18.
- Ullman, S M. (1962). "On Some Mathematical Problems Connected with Patterns of Growth of Figures." *Proceedings of Symposia in Applied Mathematics* **14**: 215-224.
- UMR ESPACE-Nice 6012 (2004). Diagnostic sociodémographique pour la réalisation du Plan Local d'Urbanisme de Nice, UMR ESPACE, 84 p.
- UMR-ESPACE-Nice (2004). LGV PACA : "Etude relative aux effets socio-économiques et en terme d'aménagement". in *Débat public LGV PACA*, 64 p.

- Vandenbulcke, G., Steenberghen, T., Thomas, I. (2009). "Mapping accessibility in Belgium: a tool for land-use and transport planning?" *Journal of Transport Geography* **17**(1): 39-53.
- Vandermotten, C. (2002). "Les disparités spatiales en Europe et leurs évolutions : 1960-2000 " *Cahiers économiques de Bruxelles* **45** (4): 23-58.
- Verburg, P. H., Ritsema van Eck, J R., De Nijs, TCM, Dijst, M.J, Schot, P (2004a). "Determinants of land-use change patterns in the Netherlands." *Environment and Planning B: Planning and Design* **31** 125-150.
- Verburg, P. H., Schulp, C. J. E., Witten, N., Veldkamp, A. (2006). "Downscaling of land use change scenarios to assess the dynamics of European landscapes." *Agriculture, Ecosystems & Environment* **114**(1): 39-56.
- Vicsek, T., Szalay, A S. (1987). "Fractal Distribution of Galaxies Modeled by a Cellular automaton-Type stochastic Process." *Physical Review Letters* **38**: 2818-2821.
- Vliet, J., White, R., Dragicevic, S. (2009). "Modeling urban growth using a variable grid cellular automaton." *Computers, Environment and Urban Systems* **33**(1): 35-43.
- Voiron-Canicio, Ch. (1993). Espaces structures et dynamiques régionales, l'arc méditerranéen. *Revue d'Analyse spatiale quantitative et appliquée*, 306 p.
- Voiron-Canicio, Ch. (1995). Limites et différenciations spatiales sur les rivages sud-européens. La région européenne, la marge de manœuvre *Presses Universitaires de Rennes*, Guellec, A., (dir), 366 p.
- Voiron-Canicio, Ch. (2002). "Le rayonnement transfrontalier des villes de la Côte d'Azur dans le domaine de la santé " in *Villes et Frontières*, Collection Villes, Editions Anthropos: 127-136.
- Voiron-Canicio, C. (2006). "L'espace dans la modélisation des interactions nature-société. Interactions Nature-Société, analyses et modèles", UMR 6554, LETG, La Baule, 6 p.
- Voiron-Canicio, Ch. (2008). "Predicting The Urban Spread using Spatio-Morphological Models" *Geocomputational analysis for urban planning*. Editors, Murgante, B., Borruso, G., Lapucci, A., *Studies in Computational Intelligence, Springer-Verlag*, 280p.
- Voiron-Canicio, Ch., Dutozia, J., Basse, R M., Dubus, N., Maignan, G., Saint Amand, P., Sevenet, M. (2010). "L'imbrication spatiale dans l'analyse des territoires : Formalisation, Modélisation et Simulation " *Revue Economique Régionale et Urbaine* (4): 5-26.
- Volvey, A., (dir.). (2005). *Echelles et temporalités*, Atlande, 239 p.
- Von Neuman, J. (1966). *Theory of self reproducing automata*. University of Illinois, Urbana Press.
- Wachs, M., Kumagai, T. G (1973). "Physical accessibility as a social indicator." *Socio-Economic Planning Sciences* **7**(5): 437-456.
- Wackermann, G. (1986). *Belfort, Colmar, Mulhouse, Bâle, Fribourg-en-Brisgau : Un espace économique transfrontalier*. Paris, La Documentation Française, 144 p.
- Waldrop, M. M. (1992). *Complexity: The Emerging Science at the Edge of Order and Chaos*, Simon & Schuster, 384 p.
- Walliser, B. (1977). *Systèmes et modèles*, Edition. du Seuil, 250 p.
- Wang, J., Jin, F., Mo, H., Wang, F. (2009). "Spatiotemporal evolution of China's railway network in the 20th century: An accessibility approach " *Transportation Research Part A: Policy and Practice* **43** (8): 765-778.
- Wardrop, J G. (1952). "Some theoretical aspects of road traffic research." *Proceedings of the Institute of Civil Engineers* **1**: 325-378.
- Weaver, W. (1948). "Science and Complexity." *American Scientist* **36**: 536-541.
- Wegener, M. (1997). "Issues for a European-American research programme on the future of transport." *Journal of Transport Geography* **5**(1): 60-60.
- Wegener, M. (2001). "New spatial planning models." *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* **3**(3): 224-237.
- White, R., Engelen, G. (1994). "Cellular Dynamics and GIS: Modelling Spatial Complexity." *Geographical System* **1**: 237-253.
- White, R., Engelen, G. (1997). "Cellular Automata as the basic of integrated Dynamic Regional Modelling." *Environment and Planning B* **24**: 235-246.
- White, R., Engelen, G. (2000). "High-resolution integrated modelling of the spatial dynamics of urban and regional systems." *Computers, Environment and Urban Systems* **24**(5): 383-400.
- White, R. (2006). "Pattern Based Map Comparisons." *Journal of Geographical Systems* **8**: 145-164.

- Wiel, M. (1999). *La transition urbaine ou le passage de la ville pédestre à la ville motorisée*, MARDAGA, Col. Architecture+Recherche, Sprimont (Belgique), 149 p.
- Wiel, M. (2002). *Ville et automobile*. Paris, Descartes et cie, 140 p.
- Wiel, M. (2009). "L'organisation de nos villes peut-elle devenir plus économe en déplacement en automobile." *Revue Etudes Foncières*(138): 12-17.
- William, P. G. (1997). *Chaos Theory Tamed*. London, Taylor and Francis, 520 p.
- Wilson, A. G. (1975). "Some new forms of spatial interaction model: A review." *Transportation Research Part A: General* **9** (2-3): 167-179.
- Wilson, A. G. (2002)). "Complex spatial systems: Challenges for modellers" *Mathematical and Computer Modelling* **36**(3): 379-387.
- Wolfram, S. (1984). "Cellular automata: A Model of Complexity." *Nature* **31**: 419-424.
- Wolfram, S. (1994). *Cellular Automata and Complexity: Collected Papers*, Addison-Wesley, Reading, Mass.
- Zadeh, L. A. (1965). " Fuzzy set." *Information and Control* **8**: 338-352.
- Zhao, P., Lu, B. (2010). "Exploring job accessibility in the transformation context: an institutionalist approach and its application in Beijing." *Journal of Transport Geography* **18**(3): 393-401.
- Zhu, X., Liu, S. (2004). "Analysis of the impact of the MRT system on accessibility in Singapore using an integrated GIS tool." *Journal of Transport Geography* **12**(2): 89-101.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1.1. : Diagramme espace-temps de recueil de la mobilité quotidienne.....	49
Figure 1.2. : Les différentes formes de mobilité.....	52
Figure 2.1. : Relief et organisation humaine en 1999.....	67
Figure 2.2. : Densité de population.....	68
Figure 2.3. : Dynamiques récentes de population.....	68
Figure 2.4. : Actifs dans l'industrie.....	69
Figure 2.5. : Actifs dans l'agriculture.....	69
Figure 2.6 : Prix des logements neufs au m ² dans l'espace transfrontalier franco-italo-monégasque.....	70
Figure 2.7 : Population étrangère italienne, française et espagnole dans l'Arc Méditerranéen vers 2000.....	72
Figure 2.8 : Organisation urbaine et relations transfrontalières en 2004.....	74
Figure 2.9 : Accessibilité ferroviaire de l'espace transfrontalier franco-italien.....	79
Figure 2.10. : Dynamique de l'occupation du sol entre 1990 et 2000.....	81
Figure 2.11. : Les projets de coopération transfrontalière entre la France, Monaco et l'Italie.....	87
Figure 3.1. : Les tracés soumis au débat public LGV PACA.....	100
Figure 3.2. : Accessibilité ferroviaire actuelle de l'agglomération marseillaise.....	106
Figure 3.3. : Accessibilité ferroviaire actuelle de l'agglomération niçoise.....	106
Figure 3.4. : Variation des prix au m ² - appartements anciens, Aix-en-Provence et Avignon.....	108
Figure 3.5. : Variation des prix au m ² - appartements anciens - Nice Draguignan et PACA.....	109
Figure 3.6. Représentations mentales des effets TGV.....	110
Figure 3.7 : Impacts du TGV sur les territoires entre réalités et fiction.....	111
Figure 1.1: Interactions et Rétroactions entre Eléments d'un Système Spatial.....	126
Figure 1.2. : Hypothetical time series : (a) change of baby's weight (b) change in price of wheat over time	133
Figure 1.3. : The growth of buffalo from 1750 to 1990.....	133
Figure 1.4. : The abstracted patterns of urban growth.....	133
Figure 1.5 : « Interactions prépondérantes entre les trois sous-systèmes ».....	138
Figure 2.1 : "Game of Life".....	144
Figure 2.3 : A non linear phenomenon and complexity.....	145
Figure 2.4 : Local neighborhoods.....	146
Figure 2.5 : Four types of dynamics for a two-state, one three-cell, one dimensional CA model.....	149
Figure 2.6 : Structural (Sierpinski) order in a dimensional cellular automaton.....	149
Figure 2.7 : Simulation de dynamiques spatiales de densification autour d'Avignon.....	152
Figure 2.8: Densités de population de la région d'Avignon : situation observée.....	152
Figure 2.9. : Croissance urbaine à Lagos (Nigéria) : à gauche de la figure = Situation observée en 2000 et à droite de la figure situation simulée en 2020.....	152
Figure 2.10 : Principe de transition.....	153
Figure 2.11 : Cell sizes.....	155
Figure 2.12 : Approche multiscalaire.....	155
Figure 2.13 : L'approche multi-échelles du modèle Moland.....	159
Figure 2.14 : Neighbourhood structure of MOLAND-Moland.....	160
Figure 3.1 : Différents niveaux territoriaux composant l'aire d'étude.....	163
Figure 3.2. : Aire réelle de la modélisation en 2000 : Alpes-Maritimes, Principauté de Monaco et San Remo dans la Province d'Imperia.....	164
Figure 3.3 : Les inputs du modèle.....	167
Figure 3.4 : L'environnement du voisinage cellulaire de Moland : la détermination des effets d'attraction et de répulsion.....	170

Figure 3.5 : Exemple de carte de <i>suitability</i> pour trois classes d'occupation du sol : (en noir la classe d'occupation du sol, en lignes ou points les réseaux de transport).....	171
Figure 3.6. : Calage du facteur accessibilité	172
Figure 3.7 : "Distribution of stochastic multiplier of White and Engelen's transition function for different values of parameter"	173
Figure 3.8 : Structures d'usage des sols générées avec une faible stochasticité.....	174
Figure 3.9 : Structures d'usage des sols générées avec une stochasticité exagérée.....	174
Figure 3.10 : Comparison of simulated and actual location of discontinuous urban fabric, 2000	177
Figure 3.11 : Situation simulée en 2000 et situation réelle en 2000.....	177
Figure 1.1 : Démarche globale de modélisation géoprospectifs.....	187
Figure 1.2 : Evolution de la tache urbaine entre 1970 et 2000.....	188
Figure 1.3 : L'occupation du sol de l'aire d'étude entre 1990 et 2000.....	189
Figure 1.4 : Evolution du parc de logements neufs construits dans les Alpes-Maritimes en pourcentage du nombre total de permis de construire autorisés.....	190
Figure 1.5 : Schématisation des effets stimulants du TGV.....	191
Figure 1.6 : <i>Potential maps</i>	198
Figure 1.7 : Seuil maximal de croissance des cellules pour 2040 (scénario tendanciel haut).....	199
Figure 1.8 : Seuil minimal de croissance des cellules pour 2040 (scénario tendanciel haut).....	200
Figure 1.9 : Scénario tendanciel central ou scénario de référence	200
Figure 1.10 : Scénario LGV PACA	202
Figure 2.1. : Résultats des différents scénarios	206
Figure 2.2 : Contraintes spatiales : inclinaison des pentes en %	207
Figure 2.3 : Principaux bassins de vie et/ou d'emploi de l'aire d'étude en 2000.....	208
Figure 2.4. : Evolution des bassins de vie et d'emploi de l'aire d'étude en 2040	210
Figure 2.5 : Evolution de la population 1975-2004.....	211
Figure 2.6 : Un parc de logement qui a doublé en 30 ans.....	211
Figure 2.7 : Projection de la population des Alpes-Maritimes et de la Province d'Imperia.....	212
Figure 2.8 : Evolution générale des classes majeures d'occupation du sol : période de simulation, 2020-2040	214
Figure 2.9 : Les différents territoires/secteurs d'analyse en 2000.....	216
Figure 2.10: L'évolution des principales classes d'occupation du sol du territoire de l'OIN vs la plaine du Var entre 2000 et 2040	221
Figure 2.11 : L'évolution des principales classes d'occupation du sol du territoire de la CASA entre 2000 et 2040	222
Figure 2.12 : L'évolution des principales classes d'occupation du sol du territoire de la Roya-Bevera entre 2000 et 2040	223
Figure 2.13 : Différenciation des changements d'occupation du sol sur différents secteurs : scénario tendanciel, période 2000-2040.....	224
Figure 2.14 : Différenciation des changements d'occupation du sol sur différents secteurs : scénario localisation centrale des gares TGV, période 2020-2040	225
Figure 2.15 : Différenciation des changements d'occupation du sol sur différents secteurs : scénario localisation périphérique des gares TGV, période 2020-2040	226
Figure 2.16 : Relations spatiales entre accessibilité et occupation des sols	229
Figure 2.17 : Conceptualisation des interactions entre l'accessibilité, la mobilité, l'inclusion sociale et l'exclusion sociale	232
Figure 2.18 : Les « accessibilités » de l'espace transfrontalier franco-italien à partir de 2020.....	234
Figure 2.19 : Communes à enjeux du point de vue de la croissance urbaine : scénario « localisation centrale de gare TGV ».....	236
Figure 2.20. : Communes à enjeux du point de vue de la future accessibilité	237
Figure 3.1 : Stratégie des acteurs et conséquences socio-spatiales	241
Figure 3.2 : Conceptualisation de l'accessibilité routière.....	245

LISTE DES TABLEAUX ET DES ENCADRES

Encadré 1 : Cohésion territoriale en Europe : Rappel historique et dates importantes	30
Tableau 1 : Comparaison des fréquentations de deux aéroports	46
Tableau 2 : La capacité financière des départements/provinces de l'espace transfrontalier	70
Encadré 2 : Dates importantes et historique du projet LGV PACA	92
Encadré 3 : Cofinanceurs du projet LGV PACA (www.lgvpaca.fr)	94
Tableau 3 : Future accessibilité entre Barcelone-Madrid et autres villes européennes.....	107
Tableau 4 : « Echelle spatio-temporelle et modélisation »	138
Tableau 5. Classification des automates cellulaires	149
Tableau 6 : Propriété des CA standards et des CA-based models	151
Tableau 7 : Caractéristiques techniques de neuf modèles dynamiques	157
Tableau 8 : Classes d'occupation du sol de l'aire de la modélisation	161
Tableau 9: Validation globale de la calibration : Fuzzy Kappa comparison method (1990-2000)	178
Tableau 10: Caractéristiques des différents scénarios d'évolution à l'horizon 2040	193

ANNEXES

Annexe 1

Gouvernance du projet LGV PACA et démarche de concertation

Liste des acteurs ayant participé au débat public en 2005	Enjeux territoriaux en 2005	Nouveaux acteurs après le débat public ou changements de statut (2010)	Enjeux territoriaux en 2010 : Revirement de position
Maître d'ouvrage, institutionnels et partenaires			
L'État	Ouvrir la région Provence-Alpes-Côte d'Azur aux autres régions françaises en la reliant au réseau ferré à grande vitesse.	L'État	Idem + - Constituer un maillon de l'arc méditerranéen Barcelone - Marseille - Gênes.
Région PACA et organismes rattachés (DRE-PACA, DIREN-PACA, Centre régional de la propriété forestière, CEEP...)	<ul style="list-style-type: none"> - Développer les relations entre la Région PACA et ses partenaires européens. - Relier entre elles les grandes villes de la région. - Une alternative à la saturation des routes et des aéroports de la Région. - Le report modal. - Une bonne articulation entre TER et TGV. - Garantir l'intégrité du patrimoine environnemental et culturel. 	Région PACA	Idem + - Favoriser l'intermodalité au niveau régional, - Meilleure articulation entre les TER et TGV, L'objectif du conseil régional en termes de desserte TER à l' horizon 2040 vise à obtenir : « - Une desserte tous les ¼ d'heure aux heures de pointe pour les gares ou haltes sur les axes majeurs périphériques des grandes agglomérations (métropoles), - Dans les gares périurbaines les plus importantes une desserte toutes les 7 mn (8 trains/h), - Pour les secteurs moins densément peuplés ou plus isolés des grandes urbanisations, une desserte à la ½ heure », - Améliorer la mobilité régionale en mettant en cohérence le projet LGV PACA avec différents projets de lignes nouvelles : Barcelone-Figueras, Figueras-Perpignan, ligne nouvelle Nîmes – Montpellier – Perpignan, - Développement des services TER à l'horizon 2040 et au-delà.
RFF/SNCF	<ul style="list-style-type: none"> - Améliorer l'accessibilité de la région, - Relier le Var et les Alpes Maritimes au réseau LGV français et européen, - Réaliser le maillon central de l'arc méditerranéen à grande vitesse, - Développement économique de la région, - Grande capacité : faciliter les déplacements à l'intérieur de la région et proposer une alternative performante à la congestion routière. Pour cela : libérer de nouvelles capacités pour le TER (et le transport de marchandises) et disposer d'un potentiel de liaisons rapides, « intercités », dans les principales agglomérations. 	RFF/SNCF	Idem + - Protéger au mieux le patrimoine naturel de la région en répondant aux attentes des différentes associations qui luttent pour préserver ce patrimoine ; - Constitution d'un système ferroviaire global performant alliant grande vitesse et réseau classique en région Provence-Alpes-Côte d'Azur, à l' horizon 2040 ; - Préserver les terroirs et l'activité agricole ; - Prendre en compte les spécificités d'exploitation viticole ; - Anticiper les problèmes et les réserves foncières ; - Faisabilité d'une desserte ferroviaire jusqu'en Italie ; - Assurer la cohérence intermodale et ferroviaire du projet ; - Prendre en considération la vocation touristique des territoires ; - Assurer une mise en service rapide et phasée du projet ; - Assurer une implantation optimale des gares nouvelles ; - Protection des populations vis-à-vis du bruit ferroviaire ; - Prise en considération du risque vibratoire ; - Le « 1 % paysage » ferroviaire ; - L'évaluation des impacts sur l'économie et le patrimoine foncier
		COTER : Les	- Débattrent des options de passage sur le territoire

		Comités territoriaux ³⁹	concerné ; - Débattre des aménagements du projet en accord avec le programme
Conseil Général 13 - Bouches du Rhône	Accessibilité de toute la région et le développement de la façade méridionale française en connectant directement entre elles les grandes métropoles régionales. En d'autres termes ce projet va structurer l'Arc Méditerranéen Latin.	Idem	Idem
Conseil Général 83 - Var	- Dynamiser les potentiels économiques du département du Var ; - Rapprochement entre les principales villes du Var, des Alpes-Maritimes et des Bouches du Rhône ; - Rapprocher la région PACA de l'Italie et de l'Italie.	Idem	Idem
Conseil Général des Alpes de haute Provence	- Essentiel pour le développement socio-économique des Alpes du sud ; - Développer le potentiel économique et touristique des territoires alpins.	Idem	Idem
Préfecture des Alpes-Maritimes	- Raccordement au réseau européen à grande vitesse de préférence à son éventuelle fonction régionale et à la liaison avec la région Ligure ; - Diminuer le temps de trajet PARIS-NICE qui ne doit pas excéder 3 h 30	Idem	Idem
Préfecture du Var	- Meilleure réponse aux problèmes de transports à l'intérieur de PACA, de et vers PACA ? - Amélioration de la vie des provençaux. - Dynamiser les potentiels économiques du département du Var.	Idem	Idem
La principauté de Monaco, un observateur	Une gare à Monaco pour dynamiser toute l'économie azurée	La principauté de Monaco acteur à part entière et associé désormais au comité de pilotage.	Une gare à Monaco pour dynamiser toute l'économie azurée.
L'Italie : La région ligure : Observateur	Seule une ligne mixte peut constituer une alternative véritable aux problèmes de transport de l'arc-Méditerranée.	L'Italie : La région Ligure : Observateur	Seule une ligne mixte peut constituer une alternative véritable aux problèmes de transport de l'arc-Méditerranée.
		L'Europe : (en 2007 la LGV PACA est inscrite dans les priorités européennes).	L'existence d'un rail à très grande vitesse au sein de l'Arc méditerranéen, allant de Barcelone à Gênes. Il apparaît par conséquent que la LGV PACA n'est que le chaînon manquant du projet à plus grande échelle déjà amorcé.
Les collectivités territoriales			
Communauté d'Agglomération Nice-Côte d'Azur	- La LGV PACA est d'abord l'opportunité pour le territoire des Alpes-Maritimes de compléter son accessibilité à grande vitesse depuis Paris et d'être mis en réseau par le fer avec les capitales	Communauté d'Agglomération Nice-Côte d'Azur	Idem+ - La gare Saint-Augustin un pôle d'échange multimodal, une porte d'accès moderne à la future « Eco Vallée » de la plaine du Var ; - Le développement des TER ; - Permettre une « intermodalité » entre le tram, le

³⁹ « Les comités territoriaux (COTER) débattent des options de passage sur le territoire concerné, et des aménagements du projet en accord avec le programme global à valider par le comité de pilotage. Chaque comité territorial met en place des groupes de travail, sur des sujets spécifiques et strictement liés aux enjeux de leur aire géographique de responsabilité. » RFF 2010 lors de la réunion des acteurs le 14 janvier 2010.

	<p>régionales françaises, italiennes et espagnoles ;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les enjeux de positionnement et de développement économique (positionnement sur l'arc méditerranéen, le développement des échanges de biens et de personnes avec le couloir rhodanien, l'Italie et leurs corollaires de développement) ; - Les enjeux de stratégie d'aménagement territorial (régional et départemental) en termes de rééquilibrage des pôles urbains de la région PACA et d'aménagement déplacements de la bande littorale azurée ; - Les enjeux socio-économiques ; - Les enjeux environnementaux en termes de déplacements, d'aménagements et de protection de l'écosystème 		bus, l'automobile et les modes de déplacement doux.
Communauté urbaine Marseille Provence Métropole (MPM)	<ul style="list-style-type: none"> - Une localisation de gare dans le secteur des Arcs-Le Muy pour favoriser une position centrale à l'échelle régionale ; - Attractivité résidentielle ; - Optimiser l'articulation entre TER et TGV ; - Garantir un environnement de qualité aux riverains de la LGV. 	Communauté urbaine Marseille Provence Métropole (MPM)	Idem
Communauté urbaine Marseille Provence Métropole (MPM)	<ul style="list-style-type: none"> - Desservir la capitale régionale au cœur, là où sont les clients et non pas en périphérie ; - Solutionner la complexité du fonctionnement du nœud Saint-Charles ; - Amener de la capacité supplémentaire pour tous les trafics, notamment TER ; - Assurer une véritable intermodalité entre TER et TGV, les transports urbains et interurbains. 	Communauté urbaine Marseille Provence Métropole (MPM)	<p>Idem+</p> <ul style="list-style-type: none"> - Marseille doit devenir une grande métropole européenne et méditerranéenne ; - contribuer à la dynamique économique de la métropole ; - Marseille, une plateforme d'échanges entre Europe et Méditerranée
Commune de Villeneuve-Loubet	<ul style="list-style-type: none"> - Une offre départementale plus complète pour les usagers ; - Assurer un relais du réseau européen dans l'axe Nord Sud par Rotterdam, Bale, Gênes, Nice, Barcelone, Madrid... 	Commune de Villeneuve-Loubet	Idem
Communauté d'agglomération du Pays D' Aix	Le développement de la métropole Aix-Marseille, son repositionnement dans l'axe Latin Méditerranéen.	Communauté d'agglomération du Pays D' Aix	Idem
Ville de Cannes	Les enjeux de la LGV Côte d'Azur concernent particulièrement le bassin de Grasse, Cannes et Antibes à l'Ouest du département des Alpes-Maritimes où résident 400 000 habitants avec des pôles d'attractivités économiques et touristiques majeurs.	Ville de Cannes	Une gare à Cannes pour dynamiser l'économie touristique et résidentielle et renforcer son rayonnement international
Ville de Rousset	Renforcer les métropoles du sud de la région en desservant la capitale régionale : Marseille.	Ville de Rousset	Idem
Les communautés d'agglomération du pays d' Aix	Renforcer le rayonnement de Marseille-Métropole dans la sphère Arc-Méditerranée.	Les communautés d'agglomération du pays d' Aix	Idem
Communauté d'agglomération Toulon Provence	Placer l'aire toulonnaise au cœur de l'Arc méditerranéen.	Idem	Idem

Méditerranée.			
Organismes économiques, consulaires, entreprises et autres			
CRCI PACA-Corse, Chambre Régionale de Commerce et d'Industrie	<ul style="list-style-type: none"> - Aménagement du territoire régional et développement du réseau ferroviaire ; - Le prolongement de l'axe Nord-Sud vers la Côte d'Azur ; - La constitution de la liaison ferroviaire à grande vitesse Est-Ouest entre les métropoles de l'Arc Méditerranéen ; - L'organisation interne du territoire régional 	CRCI PACA-Corse, Chambre Régionale de Commerce et d'Industrie	Idem
CESR, Conseil Economique et Social Régional	Soulager la ligne Marseille-Vintimille, diminuer la congestion aux abords des grandes agglomérations et améliorer les déplacements vers les autres régions françaises et européennes.	CESR, Conseil Economique et Social Régional	<ul style="list-style-type: none"> - Ouverture de la Région PACA avec la percée ferroviaire du Montgenèvre ; - L'amélioration des dessertes internes à la Région avec la décentralisation des TER et le renouvellement de la convention Région/SNCF ; - L'urgence de parvenir à réorienter le transport vers des modes moins polluants, plus sécurisés et moins consommateurs d'énergie avec les dossiers sur l'intermodalité dans les transports, les coûts externes du transport, la problématique des transports dans la vallée du Rhône et l'arc languedocien.
- CCI -Côte d'Azur, Chambre de Commerce et d'Industrie de la Côte d'Azur	<ul style="list-style-type: none"> - Un axe structurant pour la l'Arc méditerranéen ; - Une accessibilité essentielle pour l'attractivité, la vitalité et l'économie azuréeenne ; - Une alternative à l'insuffisance structurelle du réseau azuréen de transport. 	- CCI -Côte d'Azur, Chambre de Commerce et d'Industrie de la Côte d'Azur	Idem + L'Italie, un marché non négligeable. « Une ligne vers l'Est, c'est 23 millions de clients italiens. » (CCI, 2009)
- CCI -Marseille-Provence, Chambre de Commerce et d'Industrie de Marseille Provence	<ul style="list-style-type: none"> - Accessibilité et développement de la façade méridionale française ; - La desserte de Marseille centre ; - développement économique de la région 	- CCI -Marseille Provence, Chambre de Commerce et d'Industrie de Marseille Provence	Idem+ L'émergence d'une plateforme stratégique de la métropole Marseille Provence.
- CCI Var, Chambre de Commerce et d'Industrie du Var	<ul style="list-style-type: none"> - L'organisation interne du territoire régional ; - Structuration de l'arc Méditerranéen 	- CCI Var, Chambre de Commerce et d'Industrie du Var	Idem+ <ul style="list-style-type: none"> - « Une place pour le Var entre deux géants que sont les Bouches-du-Rhône et les Alpes-Maritimes » ; - Être un acteur de premier plan dans le développement économique et social du département ; - L'ouverture à l'International
Chambre Départementale d'Agriculture du Var	Oui à la LGV PACA. Mais, le projet devra en toute circonstance être économe en termes de consommation de <u>foncier agricole</u> .	Chambre Départementale d'Agriculture du Var	Idem
Chambre interconsulaire départementale des Bouches du Rhône	<ul style="list-style-type: none"> - Accessibilité et développement de la façade méridionale française ; - La desserte de Marseille centre ; - développement économique de la région 	Chambre interconsulaire départementale des Bouches du Rhône	Idem
Interconsulaire des Alpes-de Haute-Provence	<ul style="list-style-type: none"> - Accessibilité et développement de la façade méridionale française ; - Aménagement durable de l'espace régional ; - Atout prépondérant dans le développement socio-économique des Alpes du Sud ; - Structuration de l'Arc Méditerranéen 	Interconsulaire des Alpes-de Haute-Provence	Idem
CRT PACA, Comité Régional de Tourisme-Région PACA	- Desservir par LGV les stations touristiques littorales du Var le plus vite possible à partir de Paris, puis les Alpes-Maritimes ;	CRT PACA, Comité Régional de Tourisme-Région PACA	Idem

	- Augmenter la fréquentation touristique ; - TGV et réponse aux évolutions des pratiques touristiques.		
Port Autonome de Marseille	- L'intérêt économique général de la région ; - Volume de passagers et de gains en temps de parcours	Port Autonome de Marseille	Idem
Groupe des élus verts au conseil régional	Un développement soutenable du transport ferroviaire en région Provence-alpes Côte d'Azur. Une alternative sérieuse pour la route et l'avion.	Groupe des élus verts au conseil régional	Idem
Coopérative Saint Roch les vignes	- L'avenir du domaine viticole sur la commune de Cuers avec diminution de la superficie de notre vignoble dans le cas de l'implantation d'une gare TGV.	Coopérative Saint Roch les vignes	Idem
UNICEM, union nationale des industries de carrières et de matériaux	« En tant que fournisseur de matériaux de carrières et de béton il est indispensable que la profession (Unicem) soit associée le plus tôt possible à l'étude technique du projet qui nécessitera certainement des volumes importants de matériaux »	UNICEM, union nationale des industries de carrières et de matériaux	Idem
Société National de Protection de la Nature (SNPN)	- Non à la LGV PACA présentée dans l'état ; - Un TGV dans la plaine des Maures causerait des dommages inacceptables sur l'environnement.	Société Nationale de Protection de la Nature (SNPN)	Idem
Les associations			
ADEAR, Association pour la Défense de l'Environnement d'Antibes et de sa Région	- La LGV apparaît comme l'unique moyen, économique et écologique, susceptible de résoudre le problème du transport rapide des voyageurs entre Paris et Nice.	Idem	Idem
ADEP, Association de Défense de l'Environnement et Protection des citoyens niçois	La défense de l'environnement doit être une priorité. Le projet doit au préalable respecter le patrimoine niçois.	Idem	Idem
Association Millenium	- Le prolongement TGV vers Nice doit, d'emblée, être conçu en ligne mixte (avec ses extensions vers la Ligurie et le Piémont) en tant que substitut aux projets autoroutiers ; - La mixité fret-voyageurs est un élément majeur de la nouvelle ligne ; - Dédier la ligne historique à la desserte locale des conurbations urbaines ; - Une desserte au cœur des métropoles (Marseille, Toulon, Nice) pour favoriser la restructuration urbaine ; - Une gare à Nice, l'autre au barycentre approximatif (Mouans-Sartoux ?) des villes de Cannes-Antibes-Grasse et en intermodalité avec la nouvelle ligne Cannes-Grasse pour une meilleure desserte du territoire.	Idem	dem
	Désenclaver la région niçoise et	Idem	Idem

ADEV, Association Défense Environnement Villeneuve	apporter un début de solution aux problèmes de circulation sur l'autoroute ainsi que sur les voies de communication locales.		
ADHEC, Association de Défense des Habitants de l'Est du Cros	Renforcer les relations transfrontalières avec l'Italie et les autres pays européens.	Idem	Idem
ADIPA, Association de Défense des Propriétaires Agricoles	Une gare sur Cuers ne peut être satisfaisante dans sa finalité et affecte gravement par ses effets directs et induits l'espace rural et traditionnel du Var.	Idem	Idem
Association TGV et Développement Var Nice Côte d'Azur	Une LGV jusqu'en Italie qui respecte l'environnement et faciliter les déplacements des habitants des Alpes-Maritimes et du Var et bénéfique à l'économie de la région.	Idem	Idem
Association TGV Provence - Côte d'Azur	- Liaison avec Paris ; - Accessibilité de la région afin de rester compétitif au niveau économique notamment touristique.	Idem	Idem
Association pour le Développement Concerté et Harmonieux d'Antibes-Juan les Pins	La maîtrise des trafics automobiles et poids lourds sur l'autoroute A8. Le trafic grande vitesse, grande capacité et fret entre les métropoles de Milan, Gênes, Nice, Toulon, Marseille, Montpellier et Barcelone. Le développement du territoire avec une politique de renouvellement urbain équilibré.	Idem	Idem
Association Azur Education Environnement (AzurEE)	Préserver l'environnement avant tout. La LGV présentée lors du débat public pourrait entraver la qualité de vie actuelle des habitants.	Idem	Idem
Association des Citoyens Laurentins (ACL)	Un tracé direct Antibes-Nice pour rejoindre l'Italie afin de renforcer les échanges avec l'Italie qui sont déjà très intense avec la métropole azurélienne.	Idem	Idem
Les Associations unies du Nord D'Aix	Préserver l'environnement et les grands sites naturels. Non à un projet TGV qui défigurerait le Pays D'Aix.	Idem	Idem
Association de Défense des sites du Pays Vençois	Préserver l'environnement et lutter contre toutes formes de nuisance y compris sonore en optant pour une ligne LGV/TGV en souterrain dans les Alpes-Maritimes.	Idem	Idem
Association des voyageurs du moyen Var	Desserte des grandes agglomérations régionales et relations avec les métropoles françaises et étrangères sans rupture de charge.	Idem	Idem
Association des amis du rail azuréen	- Complémentarité avec les axes de transports déjà existants ; - Un soulagement pour l'aéroport de Nice ; - Se rapprocher de l'Italie	Idem	Idem
Association pour la sauvegarde du patrimoine Roussetain	Non à la LGV PACA présentée dans l'état. Cette ligne ne répond pas aux besoins de déplacement des populations et serait nuisible au patrimoine naturel, au cadre de	Idem	Idem

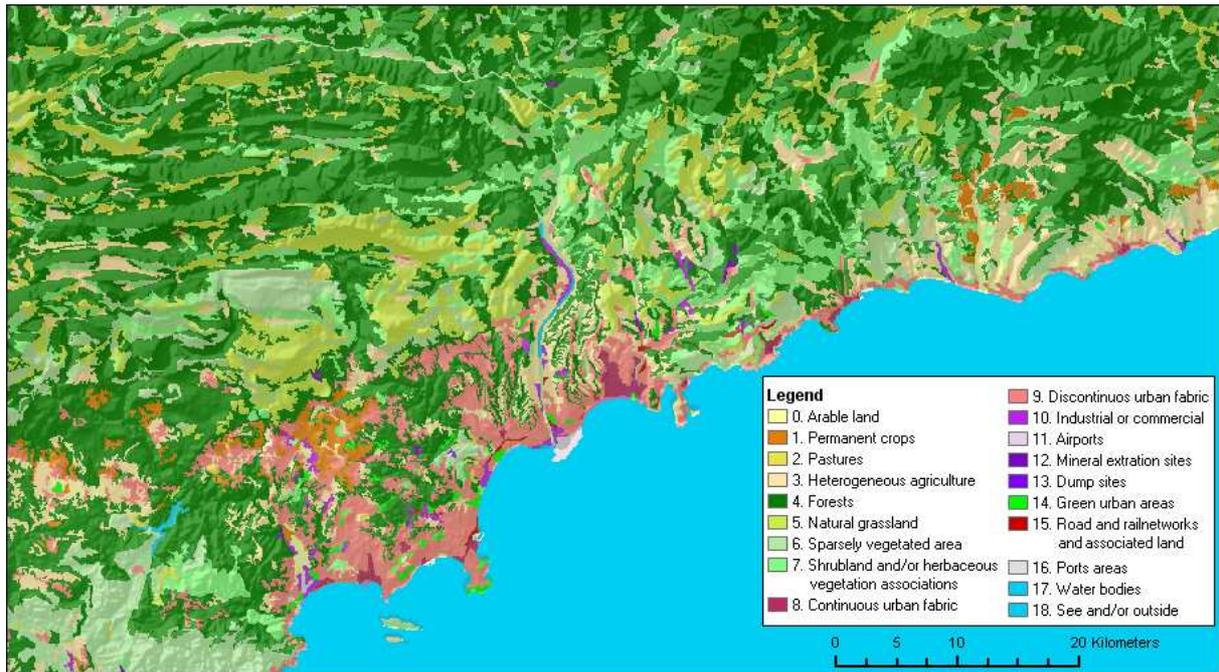
	vie et à l'environnement de la région.		
Association Sauvegarde Environnement CUGEOIS	Non à la LGV PACA présentée dans l'état. Mais oui à un tracé qui respecte l'environnement et garantit le développement durable de la région.	Idem	Idem
Association des voyageurs de la région PACA	Non à la LGV PACA présentée dans l'état. Développer et moderniser les lignes déjà existantes.	Idem	Idem
Association des usagers de la gare les Arcs-Dranguignan (AUGAD)	- Améliorer les déplacements de la population du Var ; - Soulager le réseau actuel saturé	Idem	Idem
Association protection du site Brignolais	- Non à la LGV PACA qui reste nuisible pour l'environnement ; - Le développement économique n'est pas prouvé ; - Développer les transports en commun entre les villes	Idem	Idem
Association des 7 communes contre le projet de l'A8 bis	- Assurer un aménagement durable du territoire par l'infrastructure ferroviaire.	Idem	Idem
FNAUT 83 - AHTF (Association Hyéroise pour le Transport Ferroviaire)	- Pour le développement de la région et les déplacements dans et hors région, la LGV PACA est une infrastructure indispensable. - Rapprocher la région de Hyères de France ; - Rattacher l'ensemble de cette région aux grands axes européens de transport ainsi que faciliter et améliorer les déplacements entre les différentes métropoles de la région PACA.	Idem	Idem
La CAPRE (Coordination Associative Provençale pour le respect de l'environnement)	Abandonner le projet LGV PACA car néfaste pour l'environnement.	Idem	Idem
Comité de Défense des Riverains Voie rapide Brignoles-Cuers et son Environnement	- Dans l'arrière-pays pour promouvoir : le maillage, le développement équitable du département, la maîtrise du foncier.	Idem	Idem
Fédération des Associations du Sud-Est pour l'Environnement. (FASEE)	- Faire des Alpes-Maritimes et de la Côte d'Azur un pôle d'excellence en matière de tourisme, de culture et de science ; - « Débarrasser le littoral de ces verrues qui le défigurent depuis un demi-siècle, que sont la ligne ferroviaire en particulier entre Cannes et l'Estérel et entre Antibes et Nice ainsi que les voies routières littorales N7 et N98 ».	Idem	Idem
GADSECA, Groupement Associations Défense Environnement et Sites Côte d'Azur	- Le développement du ferroviaire pour lutter contre les nuisances excessives générés par le transport routier et la saturation des autres moyens de transport (aériens et maritimes) ; - Une raréfaction du pétrole ; préparer dès maintenant des alternatives au tout routier ; - Accessibilité de la partie est de la région PACA.	Idem	Idem
	- Une alternative à la saturation	GIR MARALPIN,	Idem+

GIR MARALPIN, Groupe Interdisciplinaire de réflexion sur les traversées sud-alpines et l'aménagement du territoire maralpin	des routes et des autoroutes. Une occasion de renforcer l'axe Barcelone-Gênes ; - Une ligne grande vitesse grande capacité qui desserve le cœur des agglomérations pour conforter l'armature urbaine ; - Une mixité fret/voyageurs dans la traversée de la Côte d'Azur, pour contribuer à la maîtrise du trafic sur l'A8.	Groupe Interdisciplinaire de réflexion sur les traversées sud-alpines et l'aménagement du territoire maralpin	- L'enjeu autour de l'axe Barcelone Gênes a pris une place très importante ; - Une ligne qui perd son sens si elle ne dessert pas l'Italie ; - Mise en cohérence des lignes ferroviaires italiennes et françaises.
LPO, Ligue pour la Protection des Oiseaux, délégation Provence-Alpes-Côte d'Azur	Les enjeux écologiques sont trop grands (richesse écologique de la Basse Provence ; le pays de Ste Baume par exemple). La ligne LGV PACA en l'état n'offre aucunes garanties suffisantes. Il faut une solution alternative par le réaménagement des axes existants.	Idem	Idem
Stop Nuisances Cuers	Préserver la vallée Nord de Cuers et sauvegarder les conditions de vie présentes et à venir de ses habitants.		la prise en compte du fret pour diminuer le CO2 et les moyens de préserver les terres agricoles et viticoles.
Sauvegarde des Pays Ste Baume-Mont Aurélien Plateau de l'Issole	Non à la LGV PACA qui reste nuisible pour l'environnement. Développer les transports collectifs déjà existants plutôt que d'en créer une nouvelle.	Idem	Idem
UDVN 13, Union Départementale des Bouches-du-Rhône pour la sauvegarde de la Vie, de la Nature et de l'environnement	- Intégrer le projet LGV dans le projet T.E.R particulièrement sur les dessertes Marseille-Toulon-Hyères, Marseille-Aix-Marseille-Martigues ; - 2 lignes LGV : Paris-Arbois-Les Arcs-Nice et Paris-Marseille-Toulon-Les Arcs... Triplement des lignes Marseille-Aubagne et Cannes-Nice ; - Gares d'évitement à St Cyr-Bandol-Mandelieu	Idem	Idem
Union Régionale du SUD-EST Pour la sauvegarde de la Vie de la Nature et de l'environnement (URVN)	Cette ligne répond aux besoins des habitants de la région de se déplacer librement. La LGV PACA est l'occasion d'assurer des reports modaux trains vers fer et avion vers fer	Idem	Idem
Associations des Usagers de la Gare de Les Arcs Draguignan	Desserte du Var et implantations de gares nouvelles reliées au réseau ferré classique	Idem	Idem
Vivre à Gémenos	- Un meilleur projet pour l'intérêt général. Mais non à la LGV PACA en l'état. - Conséquences négatives sur l'environnement et la qualité de vie des citoyens.	Idem	Idem
		Association pour les transports publics Cannes-Grasse	Désengorger la ligne Marseille-Vintimille
		Association des vins de Bandol	Non à une LGV PACA dans l'état. Préserver le patrimoine naturel, l'agriculture et la viticulture.
		Collectif TGV du SUD Var	Protéger l'environnement : « Non à la LGV dans le Var »
		Confédération paysanne du Var	Soulager les routes et les autoroutes du trafic entre Barcelone et Gênes.
Le train avenir du centre Var	- La LGV est intéressante pour un Paris-Nice mais doit être également étudiée dans un tracé Barcelone-Marseille-Gênes, on ne peut à l'heure européenne l'envisager autrement. - la densité de population du littoral, est intéressante pour la rentabilité de la LGV, mais	Le train, avenir du centre Var	L'implantation d'une gare à mi-parcours LN5-Le Muy, par exemple à Barjols, offrirait un fort potentiel de développement à toute la région, grâce au ballon d'oxygène ainsi procuré en matière de transports.

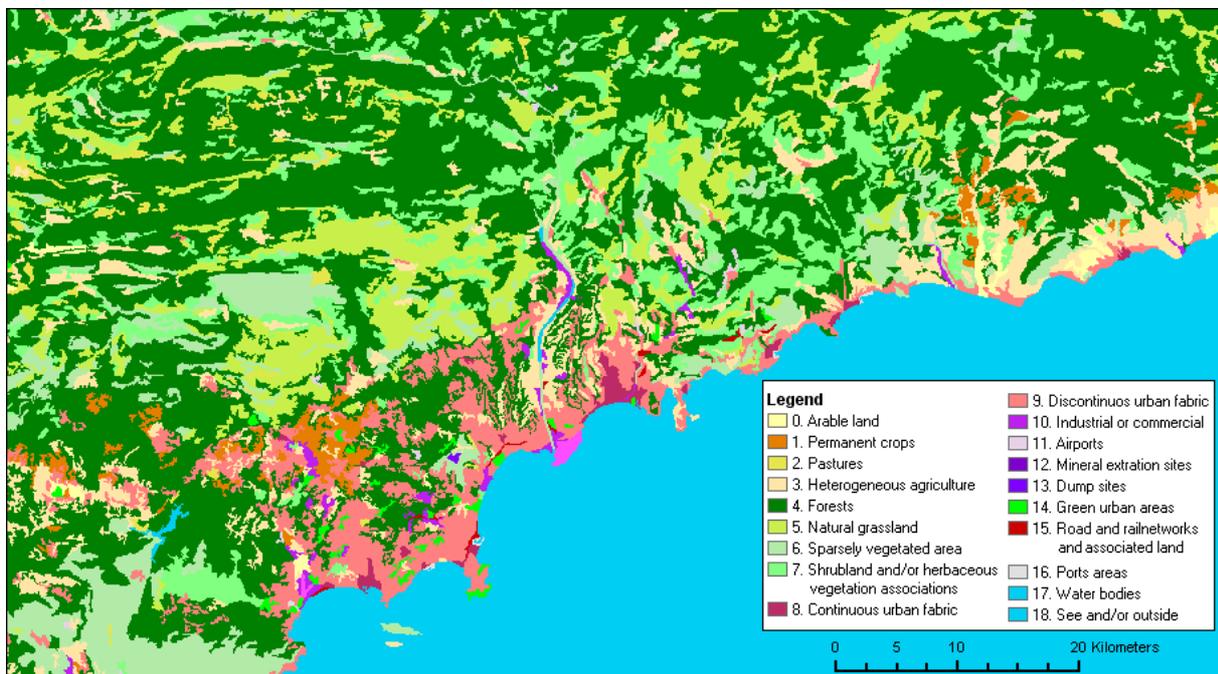
	Toulon est déjà à 3h 30 de Paris sans repoussoir à Marseille, et Toulon pourrait également être connecté sur un autre tracé - Compte tenu du développement économique et touristique du Centre Var, une gare LGV au Cannet des Maures, permettrait de renvoyer un crochet sur Toulon. - Les zones industrielles de la région de Nice et d'Aix en Provence sont pratiquement à saturation, il faut donc développer la région de Brignoles-Cannet des Maures.		
		TGV Toulon	Non à la LGV PACA présentée en l'état par RFF. Développer les transports collectifs.
		Stop TGV Coudon	Un projet non écologique et qui reste néfaste pour l'environnement. L'amélioration du réseau TER répond mieux aux besoins des populations et garantit la protection de l'environnement.
		Environnement pierrefeucaïn	Protéger l'agriculture et empêcher la future ligne de traverser les terres agricoles
		ACGP Cagnes sur Mer	Les mesures de protection de l'environnement qui doivent être financées dans le projet lui-même : exemple le bruit.
		ASEC	Coûts du projet. Les contraintes techniques imprévues à ce jour peuvent conduire à un alourdissement de la note à payer par les contribuables.
		CIA (bruit ferroviaire)	
		FARE SUD	La réalisation d'un bilan économique-social du projet et pas seulement économique. Utiliser les PLU pour empêcher que les terres agricoles soient remplacées par des constructions.
		TACV	Une gare pour le Centre Var et de possibles circulations des TER GV.
		Association ensemble la Garde	Financement du projet
		Association des amis du rail	Les conditions de déplacement futures dans les Alpes-Maritimes et la mise en place d'une infrastructure en ligne nouvelle ne se raccordant pas aux voies littorales.
Les organismes techniques et autres consultants			
les syndicats mixtes SCOT Provence Méditerranée	Une desserte en ligne des métropoles pour structurer l'Arc Méditerranéen.		
Syndicat du SCOT de l'Ouest des Alpes-Maritimes	Préserver les AOC de Provence et dire non à une LGV qui aura des conséquences lourdes sur le vignoble.		
Syndicats des Vins Côtes de Provence			
Agence de Déplacement et d'aménagement des Alpes-Maritimes (ADAAM).	La LGV est vitale pour l'aménagement du territoire des Alpes-Maritimes.		Arrivée directe des futures gares TGV à Cannes puis au plus près de Nice Saint Augustin.
Conseil de Développement de la communauté d'agglomération Sophia-Antipolis	Une LGV mixte est « vitale » pour l'avenir économique pour la Côte d'Azur et les Alpes-Maritimes s'insérant dans un système européen continu depuis Lisbonne jusqu'à Milan/Turin.	Idem	Idem
Plan Bleu	- L'impact en termes de changement modal (voiture vers le fer) - La capacité de la SNCF à articuler LGV / exploitation	Idem	Idem

	ferroviaire régionale - Émissions polluantes dans l'air, emprise au sol, bruit essentiellement		
		AGAM	Faire de la gare St-Charles, un nœud ferroviaire métropolitain pour permettre non seulement une traversée et une desserte optimum de Marseille par les TGV, mais également la poursuite de la modernisation du complexe ferroviaire de la métropole marseillaise ainsi que la réalisation d'un quartier de gare ^e de niveau international.
		DDAF-83	Garantir un tracé qui puisse assurer le maintien des paysages, de l'agriculture et d'un environnement préservé.
		ANEXIA (LGV Méditerranée et milieu naturel)	Un projet qui puisse garantir la diversité des milieux naturels. Au titre des compensations environnementales, des moyens ont été consacrés pour la reconstitution de plans d'eau et de garennes artificielles, pour la diversification et la recréation de milieux naturels.
		ANTEA (tunnel et eaux souterraines)	Protéger l'environnement et mettre en place un tracé qui permette d'éviter de traverser des zones noyées.

Annexes 2 : les cartes en plus

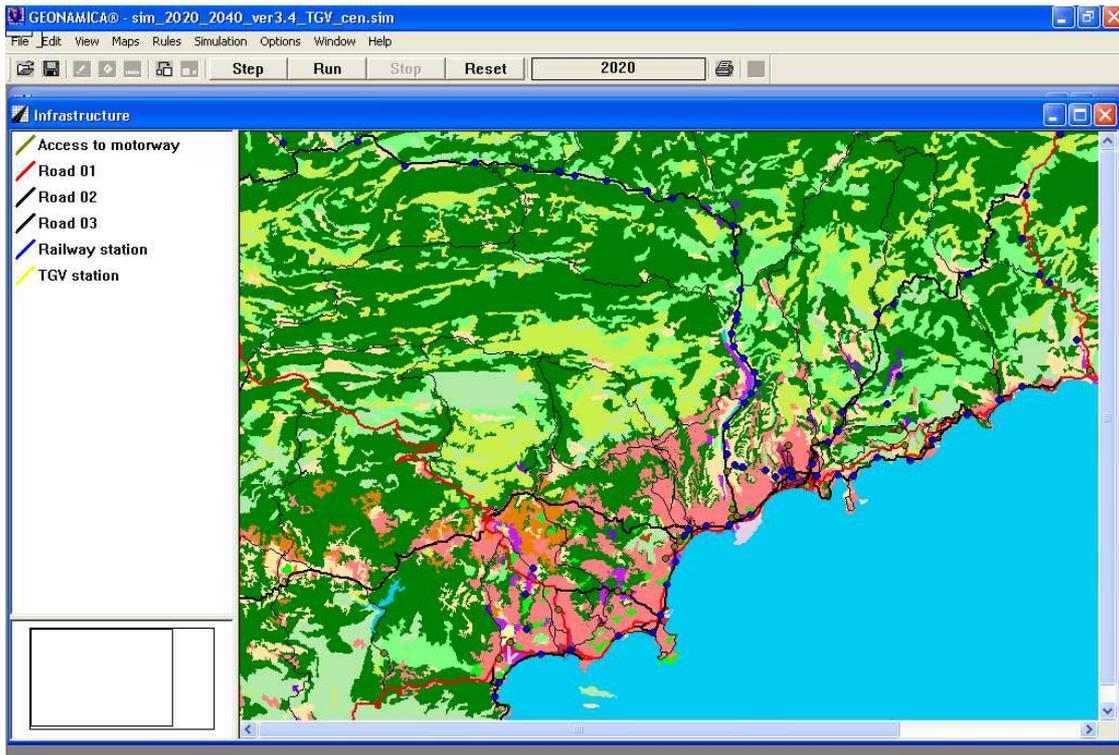


Occupation du sol 1990
Source MOLAND/Corine Land Cover

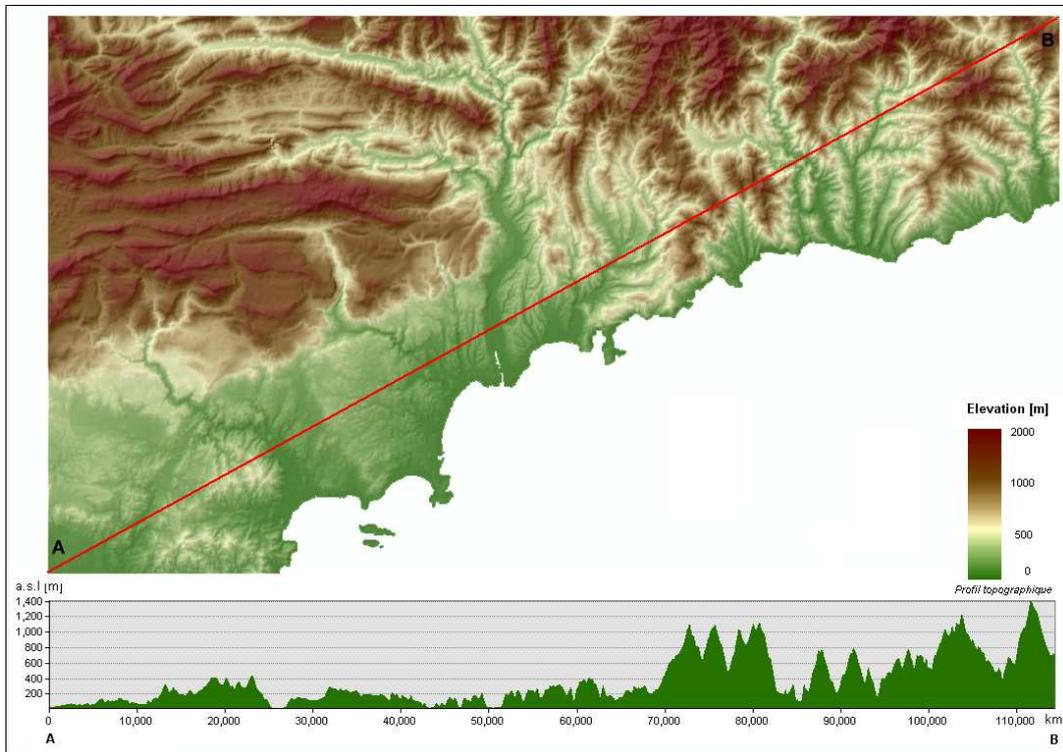


Occupation du sol 2000
Source MOLAND/Corine Land Cover

Annexe 2 suite

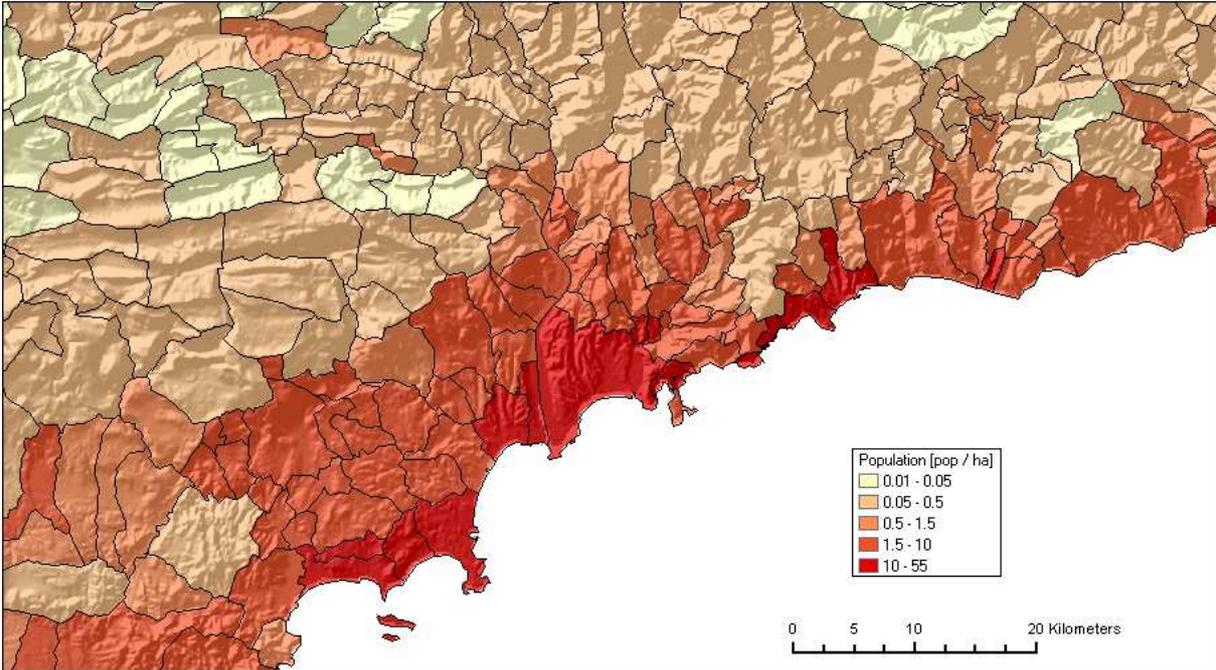


Occupation du sol et réseaux de transport
Source MOLAND/Corine Land Cover/Téléatlas

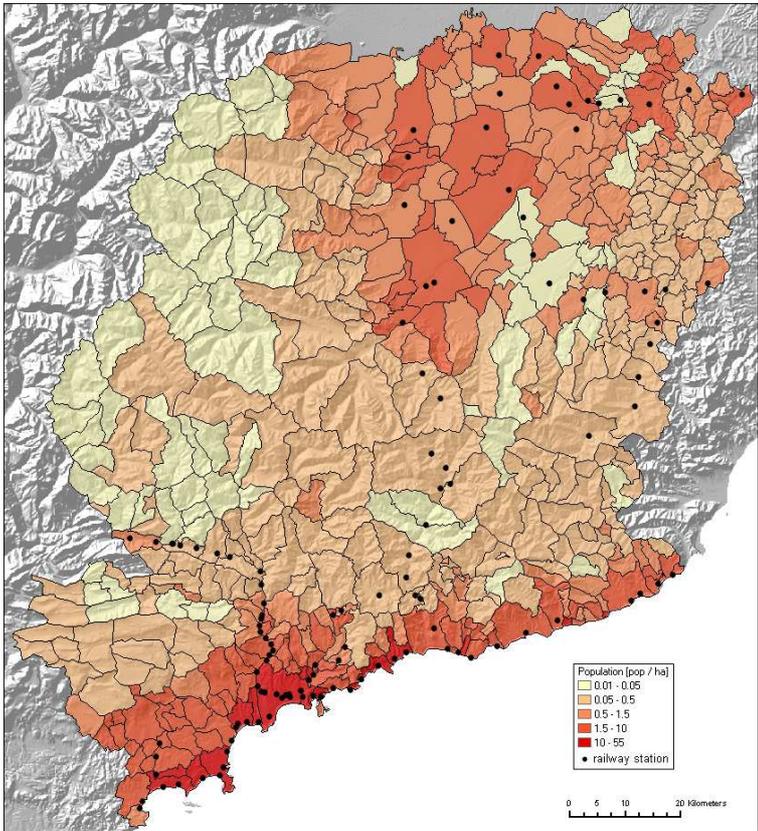


Profil topographique de l'aire d'étude :
Digital elevation Model : orientation Sud-Ouest Nord est.

Annexes 2 suite



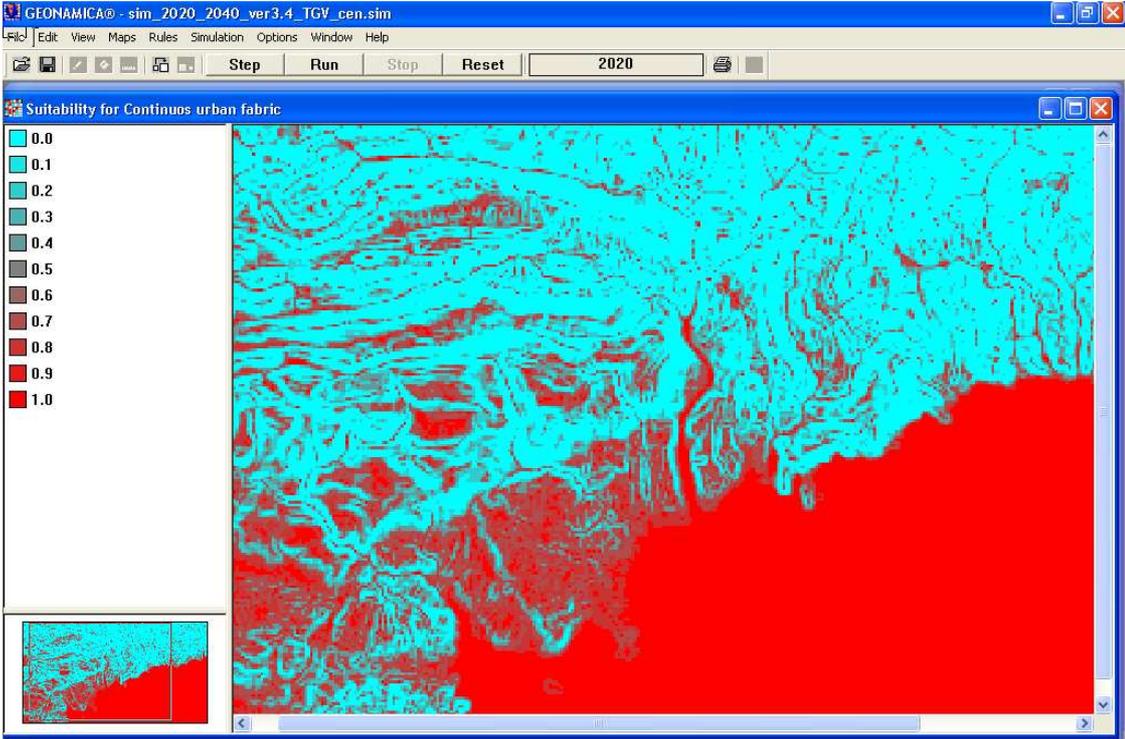
Population par hectare 1999, aire de la modélisation
Source GISCO, 2000



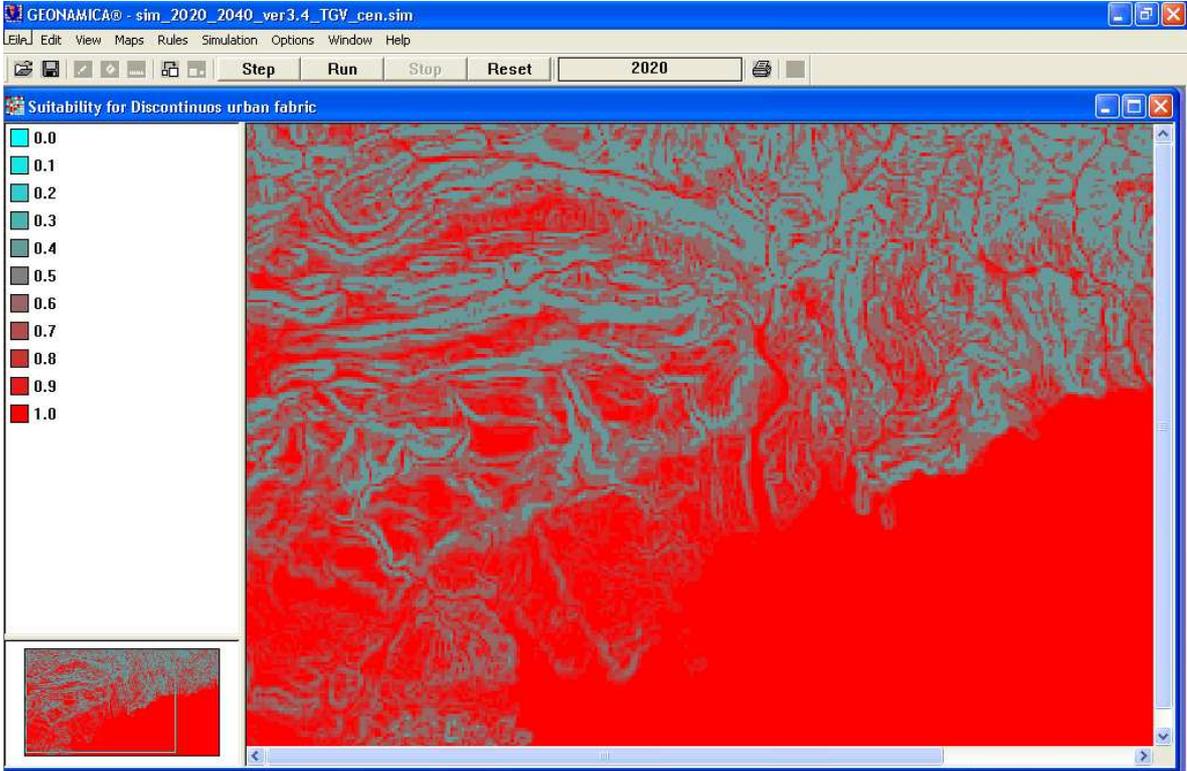
Population par hectare 1999 : aire d'étude globale
Source GISCO, 2000

tel-00569939, version 1 - 25 Feb 2011

Annexe 2 suite

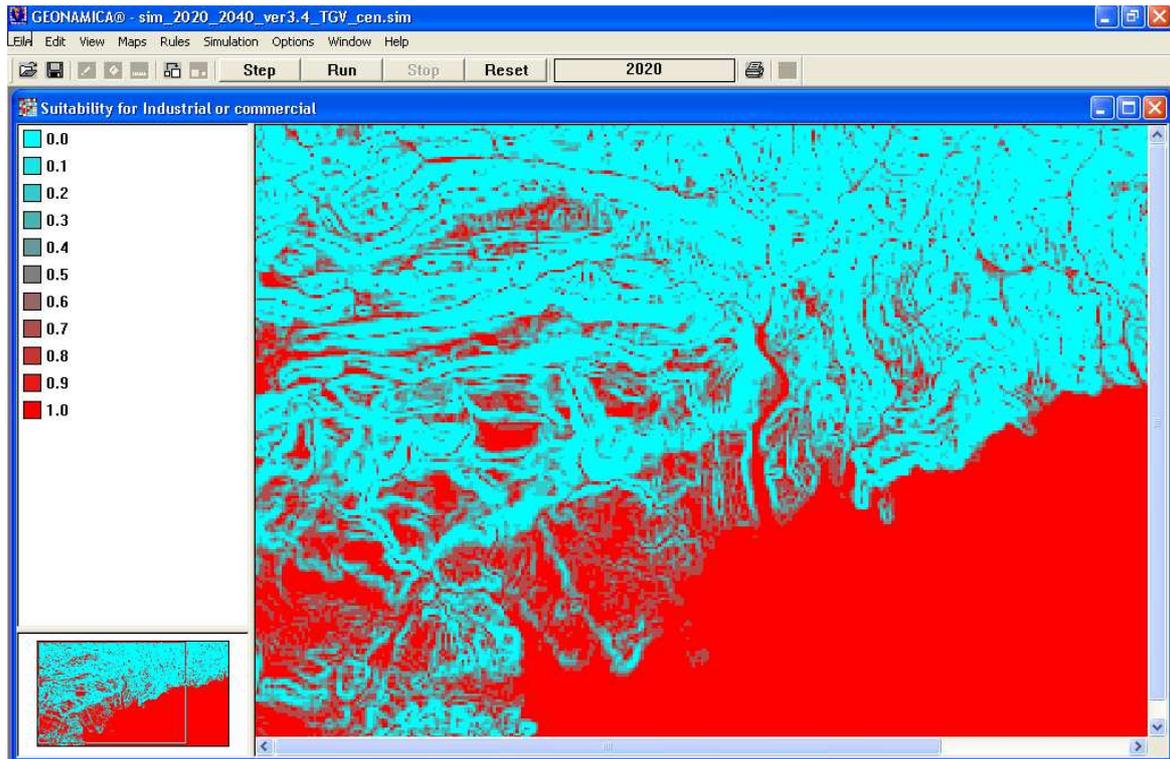


Suitability map pour la classe continuous urban fabric



Suitability map pour la classe Discontinuous urban fabric

tel-00569939, version 1 - 25 Feb 2011



Suitability map pour la classe Industrial or commercial area

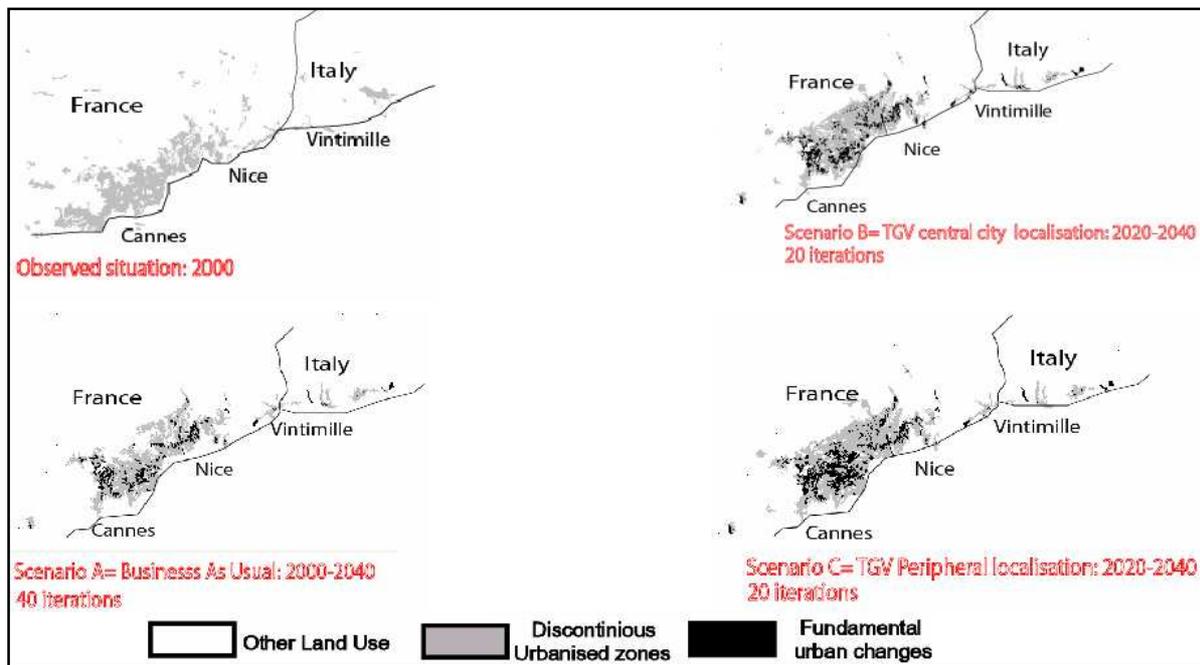


Figure 2.1. Changements d'état des cellules résultants de la période de simulation 2000-2040 (pour le scénario tendanciel et 2020-2040 pour les scénarios TGV)