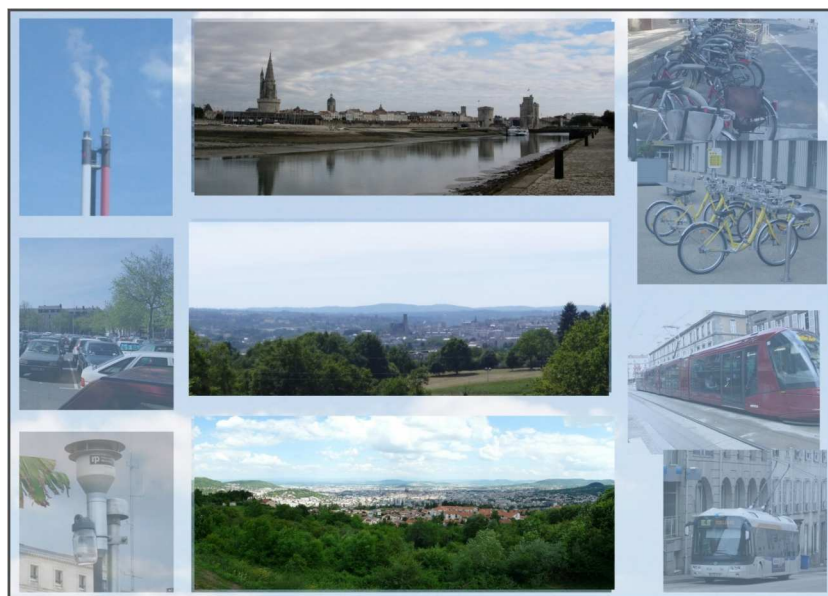


Université de Limoges
Ecole doctorale 526 « Sociétés et Organisations »
Faculté des Lettres et des Sciences Humaines
U.M.R. - C.N.R.S. 6042 GEOLAB

Thèse
en vue d'obtenir le grade de
Docteur de l'Université de Limoges
Discipline : Géographie

Géographie de l'air et politiques urbaines

*L'exemple de villes moyennes de l'ouest français :
La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand*



Présentée et soutenue publiquement par :

Lise-Marie Glandus

le 06 décembre 2010

Jury

Philippe Allée	Professeur, Université de Limoges	Directeur de recherches
Gérard Beltrando	Professeur, Université de Paris 7	Directeur de recherches
Gabriel Dupuy	Professeur, Université de Paris 1	Rapporteur
Rémi Feuillade	Directeur de l'association Limair	Examinateur
Isabelle Roussel	Professeur émérite, Université de Lille 1	Examinatrice
Jean Varlet	Professeur, Université de Savoie	Rapporteur

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à exprimer ma gratitude à M. Philippe Allée, Professeur à l'Université de Limoges, et à M. Gérard Beltrando, Professeur à l'Université de Paris 7, pour m'avoir fait l'honneur de diriger ces travaux de recherche et m'avoir guidée dans mon étude par leurs conseils et leur expérience. Je remercie également M. Philippe Allée pour m'avoir accueillie au sein du laboratoire GEOLAB.

Je remercie très vivement M. Gabriel Dupuy, Professeur à l'Université de Paris 1, et M. Jean Varlet, Professeur à l'Université de Savoie, pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce travail en acceptant de participer à mon jury de thèse en tant que rapporteurs, ainsi que M. Rémi Feuillade, directeur de l'association Limair, et Mme Isabelle Roussel, Professeur émérite à l'Université de Lille 1, pour leur participation à mon jury en qualité d'examinateurs.

Par ailleurs, ma reconnaissance va à M. Frédéric Ogé, qui m'a sensibilisée aux thématiques environnementales dès le Master 1 et encouragée sur la voie du doctorat.

Je désire aussi remercier toutes les personnes qui m'ont apporté leur aide matérielle, en m'accordant du temps pour répondre à mes questions ou en me transmettant les données nécessaires à l'accomplissement de ce travail, et plus particulièrement : Fabrice Caïni (Atmo Poitou-Charentes), Lorraine Choppin (SMTC), Jérôme Cologne (Ville de Clermont-Ferrand), Jean-François Desfarges (Ville de Limoges), Rémi Feuillade (Limair), Justine Gourdeau (Atmo Auvergne), Jean-Marie Grellier (Communauté d'agglomération de La Rochelle) et Marilyne Lelandais (SMTC), ainsi que Salem Dahech pour sa collaboration aux mesures effectuées à Limoges et son aide dans le traitement statistique des données.

Je souhaite souligner la chance que fût la mienne de bénéficier d'une allocation de recherche ministérielle. Cela m'a permis de mener mon travail de thèse dans les meilleures conditions possibles et de partager cette expérience avec d'autres doctorants de multiples disciplines. Je pense également à mes "collègues" doctorants, enseignants et membres du laboratoire GEOLAB avec qui j'ai partagé des moments de travail comme de convivialité durant ces années de thèse.

Enfin, j'adresse mes remerciements les plus sincères à mes parents, pour leur affectueux soutien et leur patience.

ABRÉVIATIONS

AASQA : Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'air

ACP : Analyse en Composantes Principales

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

AOTU : Autorité Organisatrice des Transports Urbains

CCI : Chambre de Commerce et d'Industrie

CERTU : Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques

CITEPA : Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique

CO : Monoxyde de carbone

CO₂ : Dioxyde de carbone

COV : Composés Organiques Volatiles

DRIRE : Direction Régionale de l'Industrie de la Recherche et de l'Environnement

EMD : Enquête Ménages Déplacements

EPCI : Etablissement Public de Coopération Intercommunale

GES : Gaz à Effet de Serre

ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

IGN : Institut Géographique National

INSEE : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques

LAURE : Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie

LOTI : Loi d'Orientation des Transports Intérieurs

NO : Monoxyde d'azote

NO₂ : Dioxyde d'azote

O₃ : Ozone

PDA/PDE : Plan de Déplacements d'Administration / d'Entreprise

PDU : Plan de Déplacements Urbains

PLU : Plan Local d'Urbanisme

PM10 : Particules en suspension de diamètre inférieur à 10 microns

PMR : Personnes à Mobilité Réduite

POS : Plan d'Occupation des Sols

PTU : Périmètre de Transports Urbains

RTCR : Régie des Transports Communautaires Rochelais

SCOT : Schéma de Cohérence Territoriale

SD : Schéma Directeur

SMTC : Syndicat Mixte des Transports en Commun de l'agglomération clermontoise

SO₂ : Dioxyde de soufre

SRU (loi) : Solidarité et Renouvellement Urbain

T2C : Transports Urbains de l'agglomération clermontoise

TAD : Transport A la Demande

TCL : Transports en Commun de Limoges

TCSP : Transports en Commun en Site Propre

TER : Transport Express Régional

TGAP : Taxe Générale sur les Activités Polluantes

UIOM : Usine d'Incinération d'Ordures Ménagères

VT : Versement Transport

ZAC : Zone d'Aménagement Concerté

ZI : Zone Industrielle

ZUP : Zone à Urbaniser en Priorité

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	11
PARTIE I : TROIS AGGLOMÉRATIONS FACE À LA POLLUTION LOCALE DE L’AIR.....	19
Chapitre 1. Une pollution urbaine diversifiée, évolutive, mais bien identifiée.....	20
1.1. Des émissions aux perceptions de la pollution.....	20
1.2. Une évolution des émissions dépendant surtout de l’organisation des agglomérations.....	27
1.3. Une prise en compte récente de la pollution de l’air en France	47
Conclusion du chapitre 1	70
Chapitre 2. La pollution de l’air à l’échelle locale, du littoral atlantique au Massif central.....	71
2.1. Des caractères urbains relativement similaires	71
2.2. Une présence industrielle modérée mais contrastée.....	80
2.3. Des conditions locales plus ou moins favorables à la qualité de l’air.....	92
Conclusion du chapitre 2.....	99
Conclusion de la première partie.....	100
PARTIE II : LA VARIABILITÉ DANS LE TEMPS ET L’ESPACE DE QUELQUES POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES	101
Chapitre 1. Des données diverses pour l’étude des variations de la pollution en NO ₂ , SO ₂ , PM ₁₀ et O ₃	102
1.1. La pollution de l’air : des mesures réalisées par les AASQA.....	102
1.2. L’influence de la météorologie : des mesures réalisées par Météo France.....	113
1.3. Des données au service d’analyses temporelles et spatiales de la pollution	114
Conclusion du chapitre 1	115
Chapitre 2. Des niveaux de pollution variables dans le temps.....	117
2.1. Des évolutions dans les concentrations annuelles entre 1999 et 2006.....	117
2.2. Des fluctuations saisonnières de pollution voisines sur les trois agglomérations... ..	125
2.3. Une pollution inégale à l’échelle hebdomadaire	130
2.4. Des contrastes journaliers de pollution sous l’influence des conditions météorologiques	134
Conclusion du chapitre 2.....	143
Chapitre 3. Les espaces centraux soumis à la variabilité spatio-temporelle de la pollution : l’exemple de mesures itinérantes du CO à Limoges	144
3.1. Des mesures des taux de CO dans un contexte de concentration de la pollution	144
3.2. Une variabilité temporelle des teneurs en CO.....	150
3.3. Une variabilité temporelle et spatiale des teneurs en CO à l’échelle du quartier....	152
Conclusion du chapitre 3.....	158
Conclusion de la deuxième partie	159

PARTIE III : LES POLITIQUES URBAINES DE TRANSPORT EN RÉPONSE À LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE 161

Chapitre 1. Une place variable pour la pollution de l'air dans les politiques environnementales des agglomérations..... 162

- 1.1. Des engagements politiques différents..... 162
- 1.2. Des acteurs nombreux pour la gestion de la pollution de l'air..... 167
- 1.3. Le PDU : un nom similaire pour des politiques différentes..... 187
- 1.4. Une présence encore prééminente de la voiture : l'efficacité des PDU en devenir 206

Conclusion du chapitre 1 215

Chapitre 2. Un mode de déplacement aux qualités inégales : les transports en commun.. 216

- 2.1. Des attentes nombreuses de la part des habitants..... 216
- 2.2. Une organisation réglementée des transports publics urbains 219
- 2.3. Une complémentarité nécessaire mais insuffisante entre les réseaux de transports 222
- 2.4. Des accès contrastés aux transports urbains mais une volonté commune, bien qu'inégale, de renouvellement 227
- 2.5. Des dessertes plus ou moins cohérentes avec l'organisation urbaine 232
- 2.6. La vitesse de circulation comme argument face à l'usage de la voiture 287
- 2.7. Le coût et le confort : des critères qualitatifs à prendre en compte..... 289

Conclusion du chapitre 2..... 293

Chapitre 3. Des aménagements urbains assez contrastés d'une agglomération à l'autre... 295

- 3.1. Des écarts marqués dans la promotion du vélo 295
- 3.2. L'intermodalité comme alternative à l'usage de la voiture..... 307
- 3.3. L'accès aux centres-villes face aux enjeux de fréquentation commerciale 323
- 3.4. Des améliorations nécessaires à mener sur plusieurs fronts 335

Conclusion du chapitre 3 349

Conclusion de la troisième partie 351

CONCLUSION..... 353

BIBLIOGRAPHIE 359

ANNEXES..... 375

TABLE DES FIGURES..... 409

TABLE DES TABLEAUX 413

TABLE DES MATIÈRES 415

INTRODUCTION

L'air, comme l'eau et les sols, est vulnérable aux activités humaines et sensible à la pollution. Les milieux urbanisés sont particulièrement concernés par ce problème, non seulement du fait de la concentration des activités industrielles, mais aussi en raison des densités de l'habitat et du trafic des véhicules motorisés. La pollution urbaine, qui fait aujourd'hui partie du quotidien, perdure depuis des siècles mais a pris une bien plus grande ampleur au cours du XIX^{ème} siècle. La révolution industrielle a en effet transformé l'économie française et les paysages urbains, la multiplication des activités industrielles générant des pollutions de plus en plus notables. Mais ce bouleversement technologique et économique a également inauguré une nouvelle ère énergétique, au sein de laquelle le charbon, puis le pétrole, ont pris une place prépondérante. Le recours marqué à ces combustibles fossiles a notamment amplifié les phénomènes de pollution de l'air, par l'émission dans l'atmosphère de nombreuses substances modifiant sa composition. Les sources de pollution se sont en effet modifiées, suivant un mouvement d'accroissement lié à l'évolution des conditions sociales et économiques de la société. Si les productions industrielles et les activités relatives au secteur domestique (chauffage, incinération des ordures ménagères) constituent les sources d'émissions les plus anciennes, elles sont aujourd'hui dépassées par celles issues du trafic automobile. Ce dernier est en effet considéré comme le principal responsable de la pollution enregistrée en agglomération, et la physionomie urbaine actuelle conduit à une multiplication des flux de mobilité quotidiens.

Il est vrai que la prise de conscience du grand public et des politiques des dangers inhérents à la contamination de l'air découle bien souvent d'une pollution importante ou d'accidents industriels majeurs et spectaculaires : l'explosion d'un réacteur de synthèse de trichlorophénol et d'une usine de pesticides, le 10 juillet 1976 à Seveso et le 3 décembre 1984 à Bhopal, ou encore celle du réacteur de la centrale nucléaire de Tchernobyl, le 26 avril 1986. Ces atteintes à l'environnement sont d'autant plus marquantes qu'elles résultent de contaminations ponctuelles de grande ampleur. Mais la santé humaine et le fonctionnement de la biosphère ne sont pas vulnérables qu'à ces seuls accidents.

En effet, l'association combinée de nombreuses substances a des effets significatifs en termes sanitaires et économiques. L'impact de la pollution atmosphérique sur la santé humaine a particulièrement été mis en évidence dans diverses études épidémiologiques, montrant la susceptibilité de l'appareil respiratoire, notamment, à l'inhalation de substances chimiques et particulaires (Baldi *et al.*, 1999 ; Tissot, 1999 ; Friedman *et al.*, 2001 ; Hajat *et al.*, 2001 ; Brunekreef, Sunyer, 2003). Plus encore, les expositions chroniques à de faibles doses apparaissent – bien que n'étant pas toujours identifiables – comme les plus dangereuses pour la santé. Même si la contribution de la pollution à la manifestation et l'aggravation de symptômes respiratoires est difficile à établir – en raison de la multiplicité des facteurs aggravants – elle n'en reste pas moins reconnue. Ces problèmes s'accompagnent d'enjeux économiques, liés aux coûts associés à la pollution régulière. La réparation des dommages et la recherche de limitation des émissions, bien que restant partielles et insuffisantes, génèrent des dépenses supplémentaires pour les services de l'État.

L'attention accordée à la protection de l'environnement, et plus particulièrement à la lutte contre la pollution de l'air, progresse d'ailleurs depuis les années 1980. Celle-ci s'est traduite par l'adoption de diverses normes et lois, tant au niveau européen que national. A l'image de la loi sur l'eau du 3 janvier 1992, la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (LAURE) constitue, depuis le 30 décembre 1996, le cadre législatif de la protection

de l'atmosphère. En généralisant la surveillance de la qualité de l'air, elle a permis de mieux connaître les niveaux de pollution et de les situer vis-à-vis de normes environnementales fixées pour chaque polluant, dont le respect est présenté comme le garant d'un air de bonne qualité. En prônant aussi le droit à l'information, elle donne la possibilité aux citoyens d'avoir accès à des données jusqu'alors rares et peu divulguées. Mais l'adoption de la loi sur l'air a également conduit les principales agglomérations françaises à prendre en compte les problèmes liés à la pollution atmosphérique dans la mise en place des politiques d'aménagement. En exigeant des agglomérations de plus de 100 000 habitants qu'elles instaurent des plans d'aménagement de leur territoire, dans le but de réduire le nombre des déplacements automobiles, elle leur attribue des responsabilités importantes en termes de développement durable.

Les très grandes villes, à l'image de Paris, sont érigées en emblème de la pollution routière, représentée par la densité du trafic et les nombreux encombrements de voirie qui en résultent. Mais ces espaces ne sont pas les seuls à être concernés par ce problème et les agglomérations moyennes sont elles aussi touchées par ces phénomènes de migrations quotidiennes. L'urbanisation actuelle, dans sa configuration générale, et notamment la péri urbanisation, s'appuie fortement sur le mode de déplacement qu'est l'automobile. Les zones d'activités commerciales et industrielles se sont développées à proximité des échangeurs autoroutiers et la création des grandes surfaces de vente ou des vastes galeries marchandes, dans les années 1960, a fondé son succès sur la généralisation de l'usage de la voiture. Ce schéma, commun aux villes grandes et moyennes, s'applique à celles de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand, choisies pour cette étude parmi les agglomérations françaises de taille moyenne (figure 1).

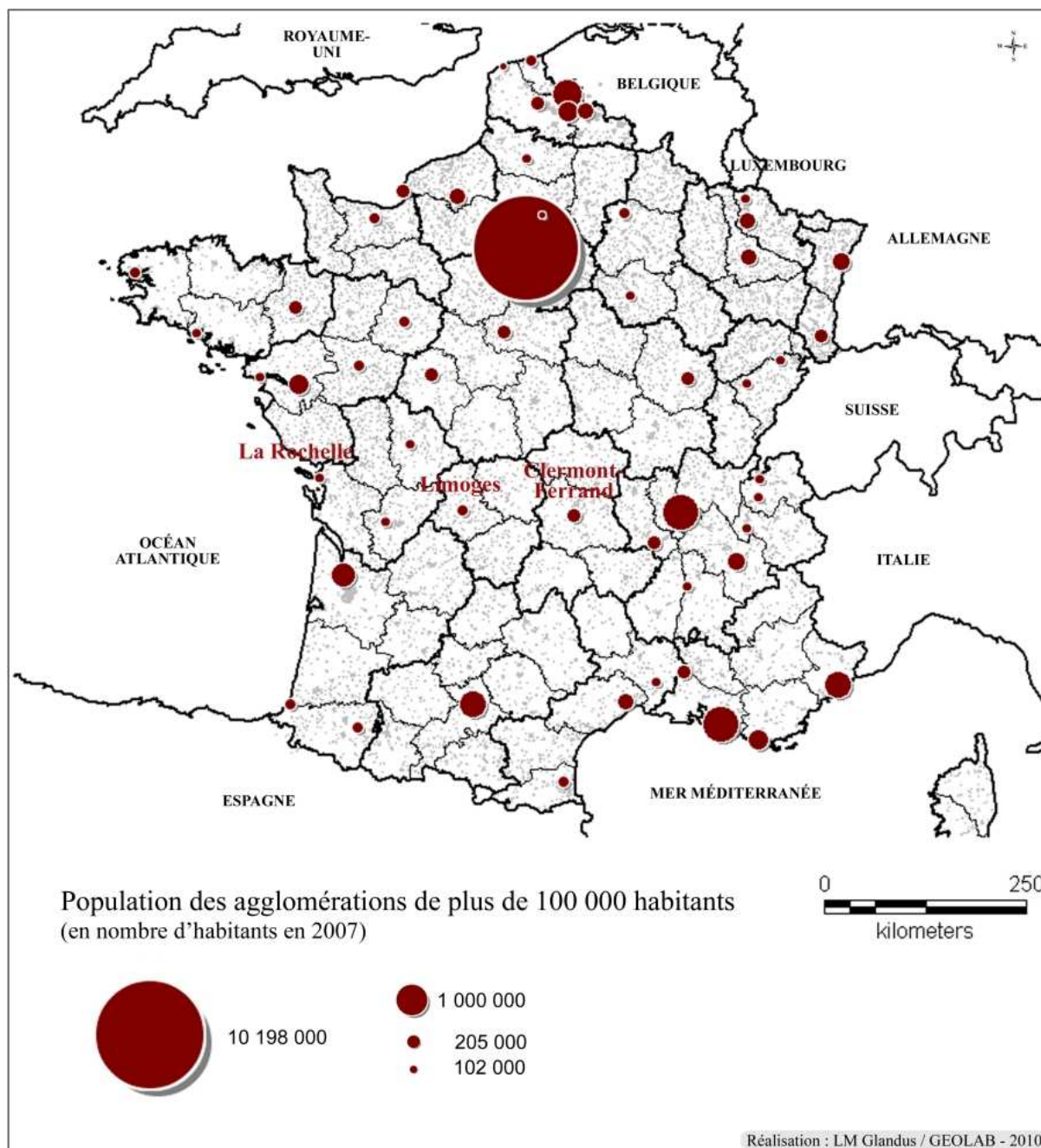


Figure 1 : La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand, trois agglomérations françaises de taille moyenne
(Sources : IGN ; INSEE, 2007)

Les trois villes moyennes choisies ici, par leur moindre emprise spatiale et leur moindre développement, en termes démographique et économique, que ceux des grandes villes, paraissent *a priori* moins exposées aux phénomènes de pollution atmosphérique. Cette observation est d'autant plus valable que La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand appartiennent à la France de l'ouest, dont l'industrialisation a été beaucoup moins prégnante que dans les parties orientale et septentrionale du pays. Mais ce sont aussi ces caractéristiques qui ont guidé le choix de ces villes. Du fait d'une forte densité de population et de flux automobiles, ainsi que d'une présence industrielle très marquée, les grandes villes et les

grands bassins industriels font l'objet d'études plus nombreuses que les villes moyennes. Au sein de ces dernières, les problèmes relatifs aux émissions polluantes ont tendance à être relégués à un rang subsidiaire. Les concentrations en polluants ne s'y trouvant pas particulièrement problématiques, la pollution tend à ne pas y être considérée comme un problème capital et ne semble pas être au centre de l'information des populations. En conséquence, les investissements politiques dans le domaine environnemental s'y trouvent inférieurs à ceux développés dans des villes comme Paris, Lyon ou Marseille. Pour ces dernières, si les préoccupations environnementales sont plus présentes, du fait de problèmes plus marqués et de revendications plus fortes de la part des populations, les traitements doivent aussi être plus approfondis. L'étude des niveaux de pollution, de leurs causes et des aménagements nécessaires à leur réduction, s'y révèle donc assez complexe et a déjà fait l'objet de multiples travaux (Perrin, 1976 ; Prats, 1982 ; Cicile, 1995 ; Maignant, 2002 ; Leriche, 2003 ; Pomonti, 2003 ; Frere, 2005 ; ...). Au contraire, l'étude de la pollution de l'air et de ses enjeux au sein des villes moyennes s'avère, il est vrai, plus aisée. Mais elle présente l'avantage de soulever des problèmes quelque peu délaissés (Berthelot, 2006 ; Dudouit Fichet, 2006 ; ...), par habitude et soucis de présenter ces agglomérations comme des espaces sains et agréables à vivre, dans le but de renforcer leur potentiel d'attraction.

La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand sont bien représentatives de la France de l'ouest, caractérisée par une industrialisation relativement peu développée et une grande présence de villes moyennes, qui représentent la principale trame urbaine du pays (Figure 1). Fonder ce travail sur seulement trois villes du territoire français peut sembler trop restrictif, car limitant les possibilités de comparaisons. Mais ce choix résulte d'une volonté de mieux cerner l'étude et de comparer des agglomérations relevant d'un même cadre national. En dépit de leurs points communs, ces trois villes présentent des différences permettant des mises en parallèle. Situées au sein d'agglomérations de 120 000 à 260 000 habitants, elles se trouvent confrontées depuis les années 1960 à une péri urbanisation croissante. Les nouvelles habitations s'étendent ainsi de plus en plus sur les territoires des communes périphériques aux dépens des communes centres. Cette tendance actuelle d'extension urbaine, couplée à la dispersion des pôles d'attraction, qu'ils soient de nature industrielle ou commerciale, conduit à une augmentation du nombre de véhicules particuliers en circulation et des distances des trajets quotidiens. Ces trois agglomérations connaissent donc des problèmes liés à leur organisation urbaine. L'extension de l'espace urbanisé et son corollaire les déplacements automobiles, associés à une présence industrielle – même faible – constituent des sources notables de pollution atmosphérique. En effet, si les industries locales ne constituent pas des entités majeures à l'échelle nationale, certains établissements ont une activité suffisante pour avoir un impact sur la qualité de l'air au niveau local. Ces similitudes sont nuancées par des divergences, en termes de caractéristiques physiques tout d'abord, politiques ensuite. Les niveaux de pollution ne dépendent pas seulement des émissions elles-mêmes, les caractères propres à favoriser ou non la dispersion des substances polluantes sont à prendre en compte. Dans ce contexte, la localisation de La Rochelle, en bordure de l'océan Atlantique, s'oppose à celle de Clermont-Ferrand, située au pied de la chaîne auvergnate des monts Dômes, alors que Limoges présente des traits intermédiaires, jouant un rôle de transition entre les deux premières situations. Mais au-delà de ces propriétés naturelles, les trois villes se distinguent par des attentions politiques inégales portées à l'environnement, et plus particulièrement à la qualité de l'air. Malgré ces écarts dans la prise en compte des enjeux environnementaux et des degrés de pollution modérés au regard des grands foyers d'urbanisation et d'industrialisation français, les villes de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand sont soumises à une législation nationale commune aux agglomérations de plus de 100 000 habitants. Celle-ci impose une surveillance de sept polluants considérés comme les plus dangereux (dioxyde de soufre, dioxyde d'azote, monoxyde de carbone, particules en suspension, benzène, plomb et

ozone)¹ et la mise en œuvre de Plans de Déplacements Urbains (PDU), destinés à limiter l'expansion de l'usage de la voiture.

L'emploi successif des termes "ville" et "agglomération" témoigne de l'évolution des espaces urbains. L'étalement spatial des villes, particulièrement marqué depuis les années 1960, a fait évoluer leur morphologie, leur organisation et, de ce fait, la vision que l'on peut en avoir. L'étude de la ville sous-entend en réalité l'étude de l'agglomération, non celle de la commune centre, dont l'histoire et le nom sont, certes, mis en avant, mais qui ne correspond plus aujourd'hui à une cité autonome. L'organisation urbaine actuelle s'appuie sur une multitude de pôles (résidentiels, commerciaux, industriels, ...) et implique de nombreuses mobilités dont l'automobile est le symbole. Ces flux permettent de s'affranchir des limites communales, définies de façon administrative, pour porter un regard plus global sur l'ensemble fonctionnel que constitue l'agglomération. Toutefois, le territoire de celle-ci fluctue, on le verra, au gré des différentes définitions qui en sont données, et qui permettent plus ou moins de cerner ses véritables logiques fonctionnelles, se posant parfois en discordance avec les politiques d'aménagement.

Aujourd'hui, la ville se confond souvent avec l'agglomération et les limites choisies ne sont pas toujours évidentes, notamment dans la désignation des villes par un qualificatif adapté à leur taille : petites villes, villes moyennes, grandes villes, métropoles et mégapoles. La définition de la ville moyenne en France ne fait pas l'objet d'un consensus, tant les critères quantitatifs sont fluctuants : une ville moyenne aurait une population comprise entre 20 000 et 200 000 habitants. Ce large éventail ouvre donc la voie à la prise en compte d'un autre trait caractéristique des villes moyennes : le rôle joué au sein de leur région, en tant qu'intermédiaire entre les petites villes et les grandes villes. Mais, de nouveau, ces villes relèvent d'une réalité ambiguë, en fonction de leurs contextes géographiques (Brunet, 1997). Du fait de la population de leur aire urbaine² (427 000 et 260 000 habitants en 2006), Clermont-Ferrand et Limoges pourraient être considérées comme des grandes villes, au contraire de La Rochelle (185 000 habitants). Mais la relative proximité de métropoles telles que Lyon, Bordeaux et Toulouse, dont l'influence dépasse les limites administratives des régions, tend à rattacher ces deux villes à la catégorie des villes moyennes.

Dans des contextes apparemment peu enclins – même si contrastés – à lutter contre la pollution de l'air, on peut s'interroger sur les enjeux de la surveillance et des politiques d'aménagement dans ces villes moyennes. La mise en place de ces dispositifs, rendus obligatoires par la loi sur l'air de 1996, peut répondre à des problèmes bien réels, mais peut également être exagérée. Il semble ainsi important d'observer si les villes moyennes de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand, moins affectées par des émissions atmosphériques importantes que les grandes villes, sont néanmoins touchées par des concentrations polluantes parfois élevées et touchées par les enjeux issus de la pollution de l'air. Dans ce cadre, il est possible qu'elles mettent en œuvre des politiques s'attachant à répondre aux causes de cette pollution ou qu'elles se contentent de satisfaire aux exigences législatives.

¹ La directive 2004/107/CE du 15 décembre 2004 a élargi la liste des polluants surveillés à d'autres substances, dont quatre métaux (arsenic, cadmium, mercure, nickel et hydrocarbures aromatiques polycycliques).

² Pour l'INSEE, une aire urbaine est « un ensemble de communes, d'un seul tenant et sans enclave, constitué par un pôle urbain, et par des communes rurales ou unités urbaines (couronne péri urbaine) dont au moins 40% de la population résidente ayant un emploi travaille dans le pôle ou dans des communes attirées par celui-ci ».

Une géographie de l'air doit conduire à une vision élargie des problèmes de pollution. L'étude objective des données issues des mesures de surveillance, portant exclusivement sur la pollution de l'air en tant que telle, ne peut suffire à qualifier réellement le degré de qualité atmosphérique d'un ensemble urbain. Il semble également important de s'intéresser aux activités susceptibles d'influer sur les concentrations polluantes et la qualité de vie des populations, mais également aux mesures d'aménagement urbain destinées à modifier les coutumes des habitants en termes de mobilité quotidienne.

Toutefois, on ne peut évoquer la pollution sans penser aux émissions de dioxyde de carbone et sans considérer, ainsi, les questions de réchauffement climatique et de consommation énergétique. Même si ces trois thématiques diffèrent par leurs conséquences, elles comportent des points communs relatifs à leurs origines principales, et notamment aux transports motorisés, qui constituent le point central de ces enjeux. Pourtant, l'accroissement de l'effet de serre et le réchauffement climatique qui en découle ont progressivement pris dans l'actualité une place bien plus grande que la pollution atmosphérique, pour la dominer aujourd'hui en termes de médiatisation et de priorité, alors même que cette dernière met en jeu de multiples polluants dont les effets ne doivent pas être négligés. Or, la prise en compte de ces substances a été reléguée au second plan derrière celle des gaz à effet de serre, et plus particulièrement du dioxyde de carbone. Dans ce contexte de réchauffement climatique et de crise énergétique, quelle place peut donc occuper la pollution de l'air dans les politiques d'aménagement, en estimant que les coûts des carburants et la fin annoncée du pétrole sont susceptibles de jouer un rôle plus important que la seule prise de conscience des enjeux environnementaux ? Et quelle peut être la pertinence des PDU face à la notion de « ville durable » et aux Agendas 21, outils issus du Sommet de la Terre de Rio ?

La première partie de ce travail posera les bases de l'étude de la pollution de l'air en milieu urbain, de ses origines, son évolution en lien avec celle des agglomérations, à ses conséquences et les moyens mis à disposition des collectivités locales pour limiter son impact. Ces traits caractéristiques de la pollution atmosphérique répondent à des processus généraux, permettant de cerner les processus de formation et de dispersion des polluants, ainsi que leurs conséquences sanitaires. Les agglomérations françaises sont, quant à elles, soumises à une même législation imposant une surveillance de la qualité de l'air et l'instauration de mesures destinées à limiter l'usage de l'automobile, au profit de celui des transports alternatifs, moins polluants. Les villes de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand doivent donc répondre à ces impératifs issus de la loi sur l'air. Mais il est nécessaire de prendre en considération leurs contextes respectifs, en termes d'organisation de l'espace, de sources d'émissions, de climat, de topographie et d'investissements environnementaux, afin d'appréhender la place que peut occuper la pollution de l'air au sein de chacune de ces trois agglomérations.

Après cette première approche, la deuxième partie sera consacrée à l'étude des concentrations polluantes mesurées au sein de chaque agglomération, la surveillance régulière de la qualité de l'air – effectuée par des Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) – permettant de percevoir les niveaux de pollution auxquels sont soumises les populations, au regard des normes établies. Ces données, couplées à celles issues des stations météorologiques de Météo France, permettent de mettre en parallèle les caractères de la pollution atmosphérique des trois agglomérations. Même si ces études se limitent à quatre substances dites majeures (le dioxyde d'azote, le dioxyde de soufre, les particules en suspension et l'ozone) et à trois sites de mesure par agglomération, elles donnent la possibilité de distinguer l'existence de problèmes de pollution, qu'ils soient d'origine industrielle ou automobile. Associées à une étude complémentaire des concentrations en monoxyde de

carbone, polluant caractéristique du trafic routier, elles aident aussi à faire apparaître la fragilité de l'espace urbain et révèlent ainsi leur importance dans une perspective d'aménagement cohérent.

Enfin, la troisième et dernière partie se penchera sur l'engagement respectif des agglomérations de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand en termes de lutte contre la pollution de l'air. Etudier les seuls niveaux de pollution ne peut suffire à faire évoluer l'organisation urbaine dans le sens voulu par les PDU et le développement durable. Ces études doivent servir de base aux réaménagements urbains, afin de mettre en cohérence pollution et politiques urbaines. Cette vision implique la participation de plusieurs acteurs, parmi lesquels les associations de surveillance et les aménageurs, mais aussi les citoyens. L'implication environnementale des trois agglomérations varie cependant au gré de la coopération entre ces acteurs, de l'identité locale et de la communication. Plus encore, les plans de déplacements urbains, s'ils présentent des objectifs similaires (promotion des transports collectifs, augmentation de la place accordée aux cyclistes et aux piétons, contraintes imposées au stationnement en centre-ville, limitation de l'extension urbaine désordonnée et mixité des fonctions, ...), comportent également des limites, plus ou moins marquées d'une agglomération à l'autre. La mise en œuvre des actions envisagées se révèle notamment très contrastée et cette étude met clairement en évidence la place encore essentielle laissée au confort individuel, par l'intermédiaire du développement pavillonnaire en périphérie et, surtout, l'usage massif de l'automobile.

PARTIE I :

TROIS AGGLOMÉRATIONS FACE À LA POLLUTION LOCALE DE L’AIR

Les agglomérations de taille moyenne sont aujourd’hui confrontées à une pollution d’origines multiples. Aux sources industrielles et résidentielles viennent s’ajouter celles issues du trafic routier, résultantes d’une péri urbanisation croissante depuis les années 1960. Cette tendance actuelle d’extension urbaine, couplée à la dispersion des pôles d’attraction, qu’ils soient de nature industrielle ou commerciale, conduit à une augmentation, aussi bien du nombre de véhicules sur les voies de communication, que des distances des trajets quotidiens. La diversité des polluants et de leurs origines rend plus complexe l’approche de la pollution atmosphérique urbaine et accroît ses enjeux. Au-delà du contrôle des sources fixes d’émissions, la maîtrise des flux de déplacement devient nécessaire, afin de tendre à une diminution – ou tout au moins une stagnation – de l’usage de la voiture individuelle, synonyme de nuisances et de pollution. Dans ce contexte, les progrès techniques et la législation constituent les outils majeurs mis à la disposition des acteurs au niveau local. Relayant les règles édictées aux échelles européenne et nationale, les collectivités locales, et notamment les communautés d’agglomération, bénéficient d’un pouvoir d’action direct sur les émissions.

Au regard de ce cadre structurel commun aux trois zones d’étude, il s’avère utile de définir les principaux caractères de la pollution urbaine locale.

Le premier chapitre s’intéressera aux caractéristiques mêmes de la pollution atmosphérique urbaine, de la diffusion des polluants à leurs impacts, et aux dispositions prises pour agir contre les émissions industrielles et surtout automobiles. Puis le second chapitre permettra de présenter les traits spécifiques des agglomérations de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand, à la lumière des principaux éléments influant, à différentes échelles de temps et d’espace, sur les concentrations en substances polluantes : les diverses sources d’émissions, le climat et la topographie. Cette première partie propose ainsi de cerner les principes de la pollution de l’air, au niveau des territoires d’étude, mais aussi dans le cadre global défini par les directives auxquelles les agglomérations doivent se soumettre. Cette première approche définit les échelles de la recherche et pose les bases des études des variations de pollution et des transports urbains qui suivent.

Chapitre 1. Une pollution urbaine diversifiée, évolutive, mais bien identifiée

La qualité de l'air urbain se trouve de plus en plus intégrée aux préoccupations environnementales actuelles. Elle est prise en compte aussi bien dans les milieux intérieurs que les milieux extérieurs. Ce sont ces derniers qui nous intéressent ici, en considérant la seule directive européenne (n°96/62/CEE du 27 septembre 1996) proposant une précision sur la définition que l'on pourrait donner de l'air dans le domaine du droit : « l'air ambiant [serait] l'air extérieur de la troposphère, à l'exclusion des lieux de travail ». Du point de vue scientifique, l'air est défini comme un fluide gazeux dans lequel coexistent environ 180 substances. Or, la qualité de cet ensemble est remise en cause par l'introduction d'éléments considérés comme polluants, c'est-à-dire des « substances introduites directement ou indirectement par l'homme et susceptibles d'avoir des effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble » (directive n°96/62/CEE du 27 septembre 1996). Ces substances, de natures diverses, sont à l'origine d'une pollution allant d'une petite échelle, la planète, à une grande échelle, l'espace local. Les impacts de cette dégradation atmosphérique sont nombreux et de gravités variées, affectant les ressources biologiques et les écosystèmes, les biens matériels, mais surtout la santé humaine et la qualité de vie en général. Les émissions polluantes étant majoritairement liées aux activités humaines, des initiatives doivent être prises afin de contrôler et d'améliorer la qualité de l'air, aussi bien au niveau international qu'au niveau local. Tous les échelons de prise de décisions ont un rôle à jouer, mais la prise de conscience doit être aussi bien collective qu'individuelle. En France, le Code civil considère en effet l'air comme faisant partie du patrimoine commun : « Il est des choses qui n'appartiennent à personne et dont l'usage est commun à tous » (article 714 du Code civil). Dans notre pays, c'est avant tout à l'échelle nationale et au droit, en relais de l'Union européenne, que reviennent la mise en œuvre d'un cadre imposant un contrôle de la qualité atmosphérique et des mesures de réduction des émissions, quelles que soient leurs sources. Puis c'est à l'échelle locale qu'appartient la mise en application de ces directives, en adaptant au mieux les actions à chaque contexte et les politiques à l'évolution des villes et, de ce fait, à la nouvelle hiérarchie des sources d'émissions.

1.1. Des émissions aux perceptions de la pollution

Au sein des milieux urbains, les polluants émis sont de natures variées et possèdent, ainsi, des caractères différents. Les sources d'émissions sont elles aussi multiples, même si trois d'entre elles sont retenues comme étant les principales en milieu urbain : les activités industrielles et les installations de chauffage, historiquement les plus anciennes, auxquelles s'ajoute le secteur des transports routiers. Les manifestations de cette pollution sont alors nombreuses à l'échelle des villes moyennes dont l'évolution morphologique pose des enjeux variés, tant sur le plan de l'économie, de la santé que de l'organisation urbaine.

1.1.1. Des polluants variés aux origines ciblées

Certains polluants sont issus de phénomènes naturels comme les incendies ou le volcanisme, mais la part majeure de leurs émissions est liée aux activités humaines. A l'échelle locale, la pollution atmosphérique est surtout présente dans les régions urbaines, où les activités émettrices sont les plus intenses. Ainsi, les chauffages individuels et collectifs, les activités industrielles et les transports routiers constituent les principales sources de pollution. Les polluants se répartissent au sein de deux grandes familles : les polluants primaires et les polluants secondaires. Les premiers sont directement émis dans l'atmosphère, à l'inverse des seconds, issus de transformations photochimiques.

Chacun de ces gaz et particules possède des caractéristiques particulières en termes d'origines et d'effets. La connaissance de ceux-ci permet de comprendre la place qu'occupe chaque secteur d'émissions dans la pollution et quels enjeux, sanitaires surtout, se dégagent de cette contamination atmosphérique³.

1.1.1.1. Les polluants les plus présents et les plus contrôlés

Quatre substances polluantes sont retenues dans le calcul quotidien de l'indice ATMO, destiné à informer la population de la qualité globale de l'air, et seront par la suite prises en compte dans l'étude des niveaux de pollution au sein des trois agglomérations : le dioxyde d'azote, le dioxyde de soufre, les particules en suspension et l'ozone.

Les oxydes d'azote (NOx) correspondent à l'association du monoxyde d'azote (NO), du dioxyde d'azote (NO₂) et du protoxyde d'azote (N₂O). Le NO est un gaz incolore se formant à haute température lors de phénomènes de combustion. Il se transforme progressivement dans l'atmosphère en NO₂. Les NOx sont tout particulièrement émis par les véhicules automobiles, les installations de chauffage et les usines d'incinération des déchets. Le NO₂ est très irritant et toxique pour l'appareil respiratoire, pouvant pénétrer jusque dans les bronchioles et les alvéoles pulmonaires. Il peut alors être à l'origine d'une sensibilité accrue des bronches aux infections et d'une altération de la fonction respiratoire.

Le dioxyde de soufre (SO₂) est un gaz incolore, plus lourd que l'air. Il provient essentiellement de la combustion des combustibles fossiles (charbons, fiouls) pendant laquelle les impuretés soufrées sont oxydées par l'oxygène de l'air. Ce polluant est ainsi émis par des sources mobiles et des procédés industriels, et, de façon générale, on peut dire que la production thermique est le principal responsable des émissions de SO₂ dans l'atmosphère. En présence d'eau, le dioxyde de soufre peut se transformer en acide sulfurique (H₂SO₄), en grande partie responsable de la dégradation de la pierre et des matériaux de certains bâtiments. Ce gaz est également irritant pour l'appareil respiratoire : les troubles respiratoires qu'il peut provoquer sont de gravité variable selon la durée de l'exposition et la résistance des personnes exposées. Une exposition chronique au SO₂ provoque des symptômes proches de ceux d'une bronchite chronique. Une altération de la fonction pulmonaire peut même être constatée en cas d'exposition importante et prolongée. De plus, ces symptômes sont accrus si le SO₂ est associé à des teneurs également élevées en particules en suspension.

Les poussières ou particules en suspension (PS ou PM) sont constituées de substances solides ou gazeuses. Cet ensemble est donc très hétérogène du fait de la variété de taille des

³ La majorité des informations présentées est issue des fiches de données toxicologiques et environnementales rédigées par l'Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS) : <http://www.ineris.fr/>.

particules polluantes qui le composent (de l'ordre de quelques nanomètres à une centaine de micromètres) et de la variété des substances elles-mêmes. Elles ont pour origines principales les secteurs de la sidérurgie, de la cimenterie, l'incinération des déchets et la circulation automobile. D'après une étude menée dans le cadre du programme Priméal-Predit entre 1995 et 2000 à proximité d'une voie à fort trafic (boulevard périphérique de Paris), la contribution du seul trafic serait comprise entre 29 et 56% de la concentration totale en PS. En outre, il s'avèrerait que l'usure des pneumatiques serait responsable de 3 à 7% de la masse totale des particules (Delsey, 2002). Les poussières ont notamment une influence sur le climat en absorbant ou en diffusant le rayonnement solaire. En outre, leurs effets les plus visibles sont liés à la salissure qu'elles provoquent en se déposant. Leurs conséquences sur la santé varient en fonction de leur taille et de leur composition. Mais elles provoquent surtout des difficultés respiratoires, notamment chez les personnes fragiles, comme les enfants chez qui les voies respiratoires inférieures peuvent être irritées à des concentrations très basses. Le problème est aujourd'hui d'autant plus accru que les particules présentes dans l'air sont de plus en plus fines.

Enfin, le polluant secondaire qu'est l'ozone (O_3) résulte d'une interaction physico-chimique de facteurs anthropiques et naturels. Il s'opère une transformation photochimique de polluants primaires comme le NO_2 et les COV sous l'effet des rayonnements ultraviolets. L'ozone considérée comme polluant correspond à l'ozone troposphérique (de la basse atmosphère) qui doit être distingué de l'ozone stratosphérique, quant à lui indispensable à la vie sur terre. L'ozone troposphérique participe à l'effet de serre et peut avoir des effets néfastes sur la végétation. Son action sur la santé varie selon sa concentration, la durée d'exposition et la résistance des individus. Ses vapeurs sont surtout irritantes pour le système respiratoire, en particulier chez des personnes sensibles telles que les enfants et les asthmatiques, et peuvent également provoquer des irritations oculaires.

1.1.1.2. D'autres polluants primaires aux effets sanitaires non négligeables

Si l'information globale du grand public se focalise sur quatre polluants, la surveillance en vigueur des niveaux de pollution s'ouvre également à trois substances supplémentaires : le monoxyde de carbone, le plomb et le benzène.

Le monoxyde de carbone (CO) est un gaz incolore et inodore provenant de la combustion incomplète des combustibles et des carburants. Il a ainsi tout particulièrement pour origine la circulation automobile et les installations de chaudières. Les taux les plus importants sont relevés lorsque le moteur de la voiture tourne au ralenti, dans les embouteillages surtout. Ce gaz contribue à la formation de l'ozone troposphérique ainsi qu'au phénomène d'effet de serre en se transformant, avec l'oxygène de l'air, en CO_2 . Très nocif, il est à l'origine d'intoxication en se mêlant à l'hémoglobine du sang, empêchant alors l'oxygénation de l'organisme ; il peut même s'avérer mortel en cas d'exposition prolongée à de fortes concentrations.

Le plomb (Pb) est un métal toxique au même titre que l'arsenic, le mercure, le cadmium, le nickel, le zinc ou le manganèse. Ses rejets sont particulièrement liés à la combustion du charbon et du pétrole, au traitement des minerais et des métaux dans l'industrie et à l'incinération des ordures ménagères. Les métaux toxiques contaminent les sols, les aliments et s'avèrent également contagieux pour tous les organismes vivants. Chez l'homme, le plomb se fixe essentiellement sur les os et se révèle toxique pour le sang, les vaisseaux et le système nerveux.

Les composés organiques volatiles (COV) regroupent de multiples composés appartenant à diverses familles chimiques, dont notamment les hydrocarbures aromatiques monocycliques (HAM). Parmi ces derniers, le polluant le plus connu et le plus dangereux est le benzène. Il trouve principalement son origine dans la composition des carburants et des gaz d'échappement, jouant un rôle important dans l'essence sans-plomb. Les COV dans leur ensemble participent de façon importante à la formation de l'ozone troposphérique, à l'effet de serre mais également à la formation de ce qui est couramment appelé le "trou de la couche d'ozone". Plus particulièrement, le benzène peut avoir des effets importants sur la santé : il atteint surtout la moelle osseuse et les graisses. L'exposition aux concentrations ambiantes lui confère plutôt une toxicité chronique alors qu'une exposition professionnelle peut provoquer des modifications de la composition du sang, voire des leucémies.

1.1.2. Une pollution aux manifestations diverses

La pollution de l'air à l'échelle locale peut revêtir des formes diverses qu'on ne peut éluder, même si elles ne seront pas prises en compte par la suite.

Aux termes de pollution de l'air sont le plus généralement associés les phénomènes de pollution atmosphérique chimique. Cependant, les populations ressentent la pollution atmosphérique par l'intermédiaire des nuisances qui y sont parfois associées. Les industries et les véhicules motorisés, principales sources d'émissions, peuvent être à l'origine de nuisances olfactives, témoignages de l'existence d'une pollution de l'air. Le code de l'environnement et la Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Énergie (la LAURE) donnent la définition suivante de la pollution atmosphérique : « l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, dans l'atmosphère et les espaces clos, de substances ayant des conséquences préjudiciables de nature à mettre en danger la santé humaine, à nuire aux ressources biologiques et aux écosystèmes, à influencer sur les changements climatiques, à détériorer les biens matériels, à provoquer des nuisances olfactives excessives » (loi n° 96-1236 du 30 décembre 1996). Le terme "excessif" paraît équivoque comme flou et met bien en évidence la notion de subjectivité. Celle-ci, liée aux nuances de sensibilité individuelle, peut être considérée comme posant une réelle difficulté à l'appréhension de la pollution de l'air. De nombreux facteurs interviennent en effet dans l'appréciation des nuisances ressenties par les populations : le niveau des concentrations, la nature des substances, la direction et la vitesse des vents (les vents faibles devant particulièrement être pris en compte), ainsi que la sensibilité des personnes. Dans le sens du code de l'environnement, l'odeur ne devient une "pollution olfactive" que lorsqu'elle est perçue comme une nuisance, c'est-à-dire une atteinte à la qualité de vie des personnes. Toutefois, absence d'odeurs ne signifie pas forcément absence de pollution. Les habitants sont par exemple souvent peu sensibles aux concentrations en ozone, alors qu'ils le sont beaucoup plus à celles des particules en suspension. Les niveaux élevés d'ozone sont en effet accompagnés d'un temps ensoleillé qui doit probablement contribuer à une perception favorable de l'environnement. Les méthodes d'analyse des pollutions olfactives correspondent quant à elles à une évaluation de la gêne au travers des témoignages de riverains, ou d'une analyse sensorielle de l'intensité des odeurs grâce à un "jury de nez" (dont le but principal est d'identifier les substances à l'origine des nuisances).

En outre, si les nuisances olfactives peuvent être le révélateur de l'existence d'une pollution chimique de proximité, les nuisances visuelles peuvent elles aussi jouer un rôle semblable. Les habitants sont en effet assez souvent sensibles aux facteurs visuels et notamment aux particules en suspension dont certaines, de diamètre supérieur à 10 µm, sont éventuellement visibles à l'œil nu. Cependant, ces dernières s'avèrent moins dangereuses pour la santé que les particules fines qui pénètrent au plus profond de l'appareil respiratoire.

Enfin, une troisième manifestation de la pollution de l'air, non révélatrice d'une pollution chimique, peut également être prise en compte : les nuisances sonores. Elles ne sont pas considérées comme pollution atmosphérique en tant que telle par le droit de l'environnement mais se manifestent néanmoins au sein de l'air, et sont soumises, au même titre que les odeurs, à l'influence du relief et du vent. De plus, elles sont susceptibles d'avoir un lien avec des sources d'émissions nocives telles que des installations industrielles ou les véhicules motorisés les plus courants (essence et diesel).

La pollution chimique n'est donc pas l'unique pollution existante mais elle reste globalement la plus dangereuse pour la santé humaine et la plus surveillée. Quoiqu'il en soit, toutes ces nuisances portent atteinte au confort et à la qualité de vie quotidienne des populations.

1.1.3. Des impacts sur la santé humaine à considérer

L'impact de la pollution de l'air sur la santé apparaît de plus en plus comme une préoccupation capitale. De nombreuses études épidémiologiques sont donc menées pour tenter d'établir un lien entre les concentrations nocives et les atteintes respiratoires notamment, même si la relation entre doses et effets reste encore assez discutée.

La pollution atmosphérique est désormais considérée comme un facteur de risque qui concerne toute personne exposée, soit la totalité de la population, mais à des degrés très variables. Les substances polluantes peuvent en effet provoquer des symptômes d'irritation, des maladies des voies respiratoires supérieures ou inférieures, ou aggraver des symptômes préexistants d'affections respiratoires ou cardiovasculaires (les systèmes respiratoire et cardiovasculaire étant anatomiquement étroitement liés). Les particules les plus fines, l'ozone et le dioxyde d'azote peuvent pénétrer profondément dans l'appareil respiratoire (bronches, bronchioles ou alvéoles pulmonaires). Cependant, tous les individus ne sont pas égaux face à ce risque sanitaire : la situation de chacun est variable selon le degré d'exposition et son état général. Les personnes de moins de 13 ans, de plus de 65 ans, ou celles souffrant déjà de pathologies respiratoires telles que asthme, pneumonie ou tout autre affection, sont considérées comme les populations les plus sensibles (Utell, Samet, 1996).

Diverses études épidémiologiques réalisées en France, comme à l'étranger, ont montré à de nombreuses reprises, l'existence d'un lien entre augmentation de la pollution et augmentation du nombre d'hospitalisations, de consultations ou de recours à des médicaments, voire du risque de mortalité (Baldi et al., 1999 ; Tissot, 1999 ; Friedman et al., 2001 ; Hajat et al., 2001 ; Brunekreef, Sunyer, 2003). Ces observations peuvent même être faites dans le cas de concentrations inférieures aux seuils réglementaires imposés. Il est souvent considéré que les normes françaises, et par conséquent européennes (la LAURE française étant une transposition du droit européen de qualité de l'air), présentent des lacunes quant aux mesures des taux de pollution. Tout d'abord, les mesures de surveillance ne donnent qu'un aperçu des niveaux moyens de pollution de l'agglomération, sous-estimant ainsi les expositions de proximité. Seules les mesures réalisées à l'émission des établissements les plus polluants peuvent donner des données réelles de concentrations. Mais ces mesures ne sont que très ponctuelles et la dispersion des polluants reste variable, le lien entre immissions et émissions étant difficile à établir. Enfin, il est admis dans de nombreux pays que le respect des objectifs de qualité ne correspondrait pas à l'assurance d'un air sain et inoffensif pour la santé humaine. Des études menées aux Etats-Unis (Dockery, Pope, 1996), par exemple, ne parviennent pas à révéler l'existence d'un seuil au-dessous duquel aucun effet de la pollution sur la santé ne serait observé. Ainsi, il peut être considéré que dès lors qu'il

existe des émissions polluantes, même faibles, le risque sanitaire est présent. Tout dépend ensuite du degré de sensibilité de chaque individu et des niveaux d'exposition.

Des expositions de courte durée (de quelques heures à quelques jours) ne semblent pas être en mesure de provoquer l'apparition de nouvelles maladies, mais peuvent néanmoins contribuer à l'aggravation de celles qui existent déjà. Cependant, les impacts sanitaires d'une exposition prolongée à de faibles niveaux de concentration restent difficiles à évaluer. Il s'avère alors possible d'établir une comparaison du nombre d'atteintes respiratoires entre différentes zones géographiques, selon le niveau d'exposition de chaque population, ou encore de réaliser une étude parallèle des variations de la pollution et des cas pathologiques (visites médicales ou hospitalisations) sur un intervalle de temps donné. Cependant, dans ces deux cas, les déductions tirées ne peuvent être interprétées avec une parfaite certitude. En effet, les maladies liées à la pollution atmosphérique ont des causes multiples et de nombreux facteurs autres que l'inhalation de substances nocives peuvent donc influencer la survenue des symptômes.

La survenue de maladies respiratoires chroniques, telles que l'asthme, la bronchite, la rhinite ou la toux peut être liée à un facteur génétique. Mais l'aggravation des symptômes peut quant à elle trouver son origine dans des facteurs environnementaux tels que la pollution. De plus, il apparaît ardu de définir l'exposition de chaque individu aux polluants car chaque personne évolue au travers d'espaces nombreux et variés, ces modes de vie favorisant le contact entre les personnes et de nombreux polluants. Tout d'abord, les expositions de chaque habitant varient selon les modes de déplacement et la durée des trajets : les usagers des voitures, des transports en commun, ainsi que les piétons, sont exposés à de très fortes concentrations de substances nocives émises par les véhicules motorisés. Ensuite, la pollution interne aux locaux (domicile particulier ou lieu de travail) a une influence certaine sur la fonction respiratoire des individus. Des études américaines (Özkaynak, Spengler, 1996) ont montré que les mesures de l'air intérieur présentaient de meilleurs résultats que celles de l'air extérieur. Les habitudes de vie de chaque foyer peuvent donc conduire à des résultats divergents, en fonction notamment des fréquences de ventilation. En outre, il est également montré dans ces études que la fumée de cigarette est la source de pollution intérieure la plus importante (Mattson *et al.*, 1987 ; Crawford, Wilson, 1996 ; Evans, Wolff, 1996). A ce titre, le tabagisme passif présente un risque pratiquement aussi grand que le tabagisme actif. La combustion de la cigarette peut favoriser les pathologies ORL, pulmonaires et cardiaques, notamment chez les enfants. En outre, les connaissances scientifiques manquent quant aux effets combinés du cocktail de polluants auquel toute personne est exposée quotidiennement. Enfin, on ne peut exclure l'influence des facteurs de risque personnels, propres à chaque individu (Roussel *et al.*, 2007). En effet, les études épidémiologiques établissant un lien entre pollution et mortalité de la population comportent des limites relatives aux différences existant entre chaque individu, telles que l'addiction au tabac, l'âge, la santé, la situation sociale, les occupations fréquentes, ... (Pope, Dockery, 1996). Certaines personnes présentent une plus grande sensibilité que d'autres quant à la survenue ou l'aggravation de symptômes respiratoires. Le risque sanitaire de la pollution n'est donc pour l'instant établi que de manière collective et ne permet pas d'établir de liens totalement fiables entre l'exposition supposée à une pollution extérieure et l'existence de pathologies respiratoires.

Des Évaluations d'Impact Sanitaire (EIS) de la pollution atmosphérique urbaine ont été menées dans neuf agglomérations françaises de plus de 100 000 habitants entre 1995 et 2002, dans le cadre du Programme de Surveillance Air et Santé – Psas-9 (D'Helf-Blanchard, 2005). L'objectif de ces études était d'estimer le nombre de cas (mortalité ou hospitalisations) imputables à la pollution, à partir des mesures opérées par les AASQA et les données sanitaires recueillies auprès du CépiDc (Centre d'épidémiologie sur les causes

médicales de décès) et des DIM (Départements d'Information Médicale) des établissements hospitaliers. Parmi les conclusions tirées, il est notamment constaté que l'ozone est le polluant le plus souvent impliqué dans la mortalité et la morbidité respiratoires. Quant au dioxyde d'azote, il présente l'impact le plus important pour la morbidité cardiovasculaire. Les villes de La Rochelle et Limoges apparaissent dans les résultats des années 1998 et 1999. Sur cette période, 15 décès à La Rochelle et 14 décès à Limoges seraient attribuables à la pollution de l'air. Par comparaison, ce nombre est de 14 pour la ville de Nantes (réputée pour son industrie et qui compte avec son agglomération plus de 500 000 habitants). Enfin, l'EIS constate pour l'ensemble des villes étudiées que l'impact de l'exposition quotidienne est plus grand que celui dû aux pics exceptionnels de pollution. Cette observation est corroborée par une autre étude qui révèle qu'une exposition faible mais continue à la pollution a un impact sur la fréquence des épisodes asthmatiques (Baldi *et al.*, 1999).

Le Plan Régional pour la Qualité de l'Air en Limousin (PRQA) fait aussi apparaître les résultats d'une courte étude réalisée par la DRASS en 2000. Selon elle, « une diminution de 25% des niveaux de pollution journaliers dans l'agglomération de Limoges contribuerait à une réduction de 40% de la mortalité anticipée et de 46% de la mortalité respiratoire et cardiovasculaire ». Enfin, une évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique sur les habitants a également été menée sur l'agglomération de Clermont-Ferrand dans le cadre du PRQA, entre 1999 et 2000 (Cire, 2005). L'impact à court terme de la pollution atmosphérique est estimé en moyenne à 28 décès anticipés, 8 hospitalisations pour motif respiratoire, 50 admissions hospitalières pour motif cardio-vasculaire en été et 24 en hiver. Une diminution de 25% des niveaux de pollution permettrait une baisse de 36% des décès anticipés et 42% des hospitalisations.

Ces quelques données conduisent à penser que la pollution de l'air aurait des impacts sanitaires, même dans le cas de niveaux modérés, situés au-dessous des normes environnementales. La fiabilité des seuils de qualité peut donc être remise en cause par de tels résultats, valables aussi bien pour La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand que pour d'autres villes françaises de taille moyenne. Une étude a en effet été menée par la DRASS de Poitou-Charentes en 2001 et 2002 sur l'évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine dans les agglomérations de Poitiers, Angoulême et Niort. Les valeurs mesurées montrent un impact non négligeable de la pollution sur la population des trois agglomérations de la région Poitou-Charentes : 19 hospitalisations et 25 décès par an à Angoulême ; 11 hospitalisations et 19 décès à Niort ; 19 hospitalisations et 23 décès à Poitiers. La conclusion principale est similaire à celle déjà proposée par le Psas-9 : la réduction des émissions à la source sur le long terme, et plus particulièrement celles liées à la circulation automobile, contribuerait à un gain sanitaire plus grand qu'une simple réduction des pics exceptionnels de concentration. Ainsi, ne chercher qu'à réduire ou éviter les dépassements de seuils réglementaires n'est pas une action suffisante. Les objectifs doivent tendre vers une diminution des émissions de la totalité des polluants, à la source et sur le long terme, afin d'entraîner une baisse générale des niveaux de pollution au quotidien.

Les modifications des habitudes de déplacement apparaissent primordiales, bien que la réduction des émissions industrielles ne soit pas non plus à négliger. Une étude menée en 1996 à Atlanta (Friedman *et al.*, 2001), dans l'État américain de Géorgie, met en avant que les efforts réalisés pour diminuer le trafic automobile en centre-ville pendant le déroulement des Jeux Olympiques ont conduit à une diminution de la pollution et à une baisse significative des cas d'asthme chez les enfants de la ville. L'ozone et les particules en suspension sont souvent montrés comme des polluants particulièrement influents sur les pathologies respiratoires (Baldi *et al.*, 1999), en particulier dans le cadre d'une exposition quotidienne à des niveaux de concentration peu élevés. Or, les particules sont assez fortement émises par les véhicules

motorisés, et plus particulièrement par les véhicules diesel (automobiles et poids lourds), très présents en milieu urbain. L'influence des particules varie selon leur taille. Les particules de diamètre inférieur à 2,5 µm pénètrent plus profondément au sein des poumons et constituent donc un grand risque pour la santé. Les particules de plus grand diamètre sont elles en partie bloquées au niveau des fosses nasales avant d'atteindre les poumons (Spengler, Wilson, 1996). Une étude menée dans la ville allemande de Munich (Nicolai *et al.*, 2003) met en évidence l'impact des polluants émis par les voitures sur la sensibilité allergique des enfants : ces substances seraient surtout responsables d'un accroissement de la fréquence des symptômes chez des sujets déjà allergiques. Il est notamment constaté que les diagnostics d'asthme sont plus nombreux chez des enfants vivant à moins de cent mètres d'une autoroute ou d'une route très fréquentée que chez ceux qui résident plus loin. Un important trafic automobile à proximité du lieu d'habitation correspond alors à des problèmes respiratoires tels que la toux, la gêne asthmatique et l'asthme. Quant à l'ozone, sa formation dépend de polluants également fortement émis par le trafic routier. Or, les concentrations horaires moyennes en ozone enregistrées sur les trois agglomérations étudiées ont déjà dépassé ce seuil à de nombreuses reprises.

La pollution atmosphérique est donc bien identifiée comme un facteur d'amplification, voire de déclenchement, des maladies. Ceci peut conduire à une augmentation des réactions allergiques ou, pour des personnes très fragilisées, à des décès prématurés. La réglementation environnementale se trouve, quant à elle, assez fortement remise en question, le respect des seuils de concentration pour chaque substance mesurée ne signifiant pas une absence de danger. Ainsi, l'exposition quotidienne aux émissions nocives proches des lieux d'habitation pourrait avoir des effets négatifs sur la santé des populations, les complications sanitaires représentant elles-mêmes un coût pour la société (Beaumais, 2002).

1.2. Une évolution des émissions dépendant surtout de l'organisation des agglomérations

L'évolution des agglomérations, sur le plan de leur morphologie et de leur organisation, constitue désormais le contexte le plus déterminant en termes de pollution atmosphérique. La localisation des sources d'émissions et la participation de chacune d'entre elles a ainsi évolué au sein des agglomérations, en relation avec l'étalement urbain. La pollution issue du trafic automobile a supplanté celle émanant du secteur industriel, les déplacements automobiles étant désormais les principaux émetteurs polluants en milieu urbain. L'origine de cette situation réside tout particulièrement dans les modifications de la morphologie urbaine des villes françaises, conséquences de la promotion de la voiture : le phénomène de péri urbanisation a conduit à une intensification du nombre de déplacements quotidiens entre la périphérie et la commune centre.

1.2.1. Une organisation des agglomérations de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand marquée par la péri urbanisation

La morphologie urbaine a évolué tout au long du XX^{ème} siècle : la cité sans voiture, unipolaire, où tous les centres d'attraction (commerces, industries, habitat, ...) sont concentrés en centre-ville, s'est transformée en ville multipolaire devenue agglomération, où les pôles d'attraction sont multiples et dispersés.

Jusqu'au milieu du XIX^{ème} siècle, les villes étaient compactes et pouvaient être parcourues à pied. Au début du XX^{ème} siècle, elles se sont agrandies et les habitants ont pu avoir accès à des logements plus spacieux, grâce au développement des tramways et trains de banlieue. Ce phénomène a ensuite été accentué par l'apparition et la démocratisation progressive de la voiture, qui a permis à la péri urbanisation d'exploser après la seconde guerre mondiale. Les villes se sont étendues, de façon plus lâche, et ont souvent absorbé de petits villages jusque là indépendants. La quasi-totalité des villes grandes et moyennes est confrontée à un délaissement des quartiers centraux au profit de la périphérie, qui concerne aussi bien la population que les emplois. Si la péri urbanisation a été rendu possible par la voiture, elle a aussi conduit à renforcer son usage. A partir des années 1960 notamment, le recours à la voiture pour les achats s'est fortement généralisé, en lien avec la naissance de nouveaux espaces de consommation en périphérie des villes. Ceux-ci regroupent en effet des centres commerciaux, des super ou hypermarchés, des magasins divers, voire des immeubles de bureaux, des services, ... tout cela avec des conditions de stationnement favorisées par la place et la gratuité (OCDE, CEMT, 1995 ; Crawford, 2000). L'achèvement des rocade qui relie la plupart des hypermarchés au reste de l'agglomération a rendu possible une accessibilité automobile périphérique, permettant aux consommateurs d'accroître leur espace d'achats pour un budget et un temps inchangés. Entre 1982 et 1994, la distance parcourue par jour a augmenté de 30% (Desse, 2001) et entre 1970 et 1990, la hausse des déplacements en voiture concerne essentiellement les trajets banlieue/centre-ville, banlieue/banlieue et zone rurale/centre-ville (OCDE, CEMT, 1995).

La ville actuelle se compose de deux principaux espaces : la ville historique et l'espace péri urbain. La ville historique, ou commune centre, s'organise autour d'un centre-ville qui correspond le plus souvent aux centres anciens et réunit les bâtiments symboliques de la ville. Au-delà des quartiers péri centraux marqués par un habitat dense s'étend la banlieue, première auréole externe de la ville qui s'est constituée en plusieurs étapes : à la fin du XIX^{ème} siècle tout d'abord, avec l'implantation d'usines et de quartiers ouvriers d'habitation ; durant l'entre deux guerres, ensuite, avec la constitution de la banlieue pavillonnaire ; après la seconde Guerre mondiale enfin, avec la construction de grands ensembles (Merlin, 1991 ; Merlin, 1995). Les espaces péri urbains s'étendent, quant à eux, hors de la commune centre et correspondent à l'étalement urbain rendu possible par l'amélioration de l'accessibilité via de grandes infrastructures de transports. L'urbanisation s'y trouve plus lâche, les pôles sont multiples et se répartissent à une échelle impliquant l'usage de la voiture. En effet, « la dynamique urbaine actuelle que connaissent les villes françaises favorise la mobilité automobile » (Kaufmann et al., 2001). Désormais, les zones de résidence et d'emploi sont de plus en plus dissociées, générant une hausse des déplacements quotidiens domicile-travail. De plus, la voiture a révolutionné l'organisation des activités urbaines. Si, au XIX^{ème} siècle, l'implantation des usines s'appuyait sur le mode ferroviaire, prédominant à l'époque (Larivière, 1968), l'accessibilité automobile devient un critère du choix de localisation des entreprises ou des centres commerciaux

Ces tendances générales sont visibles sur les agglomérations de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand, enrichies d'une histoire propre à leur localisation et qui présentent quelques spécificités locales ayant un impact sur leurs organisations respectives.

Les cités de Limoges et de Clermont-Ferrand, fondées respectivement par les Romains et les Gaulois sous les noms d'Augustoritum et d'Augustonemetum, ont derrière elles un passé long et mouvementé. Après l'époque romaine, la ville de Limoges s'organise, entre le IV^{ème} siècle et le XII^{ème} siècle, autour d'un centre bipolaire : la cité, siège épiscopal protégé par une enceinte fortifiée et le Château, englobant la motte vicomtale et le château Saint-

Martial. Le terme de "ville" va progressivement se substituer à celui de Château et Limoges se structure jusqu'en 1792 autour de la Cité et de la ville, regroupant le Château et les faubourgs (Desforges, 2002). Après avoir constitué le carrefour routier principal du centre de la Gaule, la ville d'Augustonemetum prend le nom de Clermont après 761, année au cours de laquelle elle est assiégée par Pépin le Bref. Puis, en 1731 a lieu la réunion de Clermont et de Montferrand : la ville devient Clermont-Ferrand (Vazeille, 1956). La ville de La Rochelle n'a quant à elle été fondée qu'au X^{ème} siècle, mais devient assez rapidement l'une des principales cités de l'ouest atlantique à partir du XII^{ème} siècle. Devenue le premier port de la côte atlantique aux XIV et XV^{èmes} siècles (car présentant l'avantage d'être directement située sur l'océan, contrairement à Nantes ou Bordeaux), elle est considérée au XVI^{ème} siècle comme une métropole économique entre Loire et Gironde.

Ces trois cités connaissent cependant une forme d'urbanisation relativement similaire. Contenues au sein d'une enceinte délimitée par des remparts, dont plusieurs tours subsistent aujourd'hui sur le front de mer de La Rochelle, elles voient la destruction de ces murailles, opérée entre le XVII^{ème} et le XIX^{ème} siècle, leur offrir de nouvelles possibilités d'aménagements urbains : des voies sont percées et l'ouverture sur l'extérieur favorise l'extension de l'urbanisation et permet de faire face à l'accroissement démographique. Si ces villes ont connu plusieurs mouvements de croissance de la population, le plus intense d'entre eux s'amorce au cours du XIX^{ème} siècle, et plus particulièrement à partir de l'essor industriel. Par exemple, La Rochelle reste jusqu'en 1880 une « petite place forte enserrée dans une étroite ceinture de remparts » (Delafosse, 1985). Comme à Limoges et Clermont-Ferrand, la véritable progression de la ville débute après le second Empire pour s'accroître tout au long du XX^{ème} siècle. La révolution industrielle, qui attire une main d'œuvre importante, entraîne une forte croissance de la population. Ces évolutions démographiques engendrent une expansion urbaine et modifient la physionomie des villes, celle de Clermont-Ferrand s'étendant progressivement « comme les tentacules d'un poulpe gigantesque » (Arbos, 1932). De nouvelles voies sont percées, de nouveaux quartiers construits et les usines sont déplacées vers la périphérie des villes.

La croissance démographique de Clermont-Ferrand est particulièrement notable ; la ville comptant en 1921 moins d'habitants que Limoges, qu'elle a aujourd'hui largement dépassée. La transformation de la ville de Clermont-Ferrand ne débute vraiment que dans la seconde moitié du XIX^{ème} siècle. Les premières voies sont aménagées vers l'est, en direction de la gare achevée en 1855 et l'extension se poursuit à l'ouest et au sud du centre historique. Au-delà de la vieille ville s'étendent des quartiers aux rues rectilignes, alors qu'une ceinture de boulevards intérieurs encercle la butte centrale à partir de la place de Jaude, point central du cœur historique, caractérisé par ses constructions en pierre de lave.

La démographie et la construction augmentent nettement dans les années 1920, comblant rapidement les espaces vides qui subsistent. La ville devient contiguë à celle de Chamalières à l'ouest et les immeubles s'étendent en continu du centre historique à la gare à l'est. L'urbanisation de Clermont-Ferrand empiète sur les communes limitrophes, en tout premier lieu celle de Chamalières, dès la fin du XIX^{ème} siècle, et à partir des années 1910 sur celles de Royat et Beaumont. La diffusion urbaine au-delà des communes voisines a ensuite pu s'opérer grâce aux services de transports automobiles que la Maison Michelin met en place pour son personnel, mais aussi au chemin de fer, très utilisé à cette époque (Arbos, 1929). Ce phénomène qui prend forme dans les années 1910 et se marque davantage dans la décennie 1920, engendre les premières migrations quotidiennes entre les espaces de campagne et la ville de Clermont-Ferrand. Les constructions de villas se multiplient autour des centres-bourgs et le long des voies de communication, les chemins ou routes devenant des rues, avenues ou boulevards. Les coteaux, autrefois occupés par les vignes, sont colonisés par les

pavillons. Des cités ouvrières prennent place à Montferrand (La Plaine) au nord et sur le plateau Saint-Jacques au sud. Le nouveau Clermont-Ferrand qui se dessine représente « la transition entre un passé d'exploitation rurale et un avenir d'aménagement urbain » (Arbos, 1929). A la fin des années 1920, l'urbanisation reste diffuse et les nouvelles constructions voisinent avec l'habitat rural d'origine et des prèes où paît encore le bétail.

L'expansion des zones résidentielles est très marquée entre les années 1950 et 1970. Le Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme de Clermont-Ferrand (SDAU, 1975) préconisait d'ailleurs « la réalisation éventuelle d'au moins 66% de l'habitat sous forme de villas individuelles ». Mais cette croissance spatiale s'opère de façon désordonnée et les modes de construction sont anarchiques (Estienne, 1972). Les années 1970 sont surtout propices aux communes de première couronne. Celles-ci continuent de gagner quelques habitants dans la décennie 1990, mais ce sont surtout celles de deuxième couronne qui montrent le plus d'attrait. Puis entre 1995 et 2005, la croissance se poursuit, gagnant surtout sur les terres agricoles et dans une moindre mesure sur les espaces naturels.

Aujourd'hui, les zones d'activités, les grands ensembles et les quartiers ouvriers sont implantés à l'est, alors que les habitats pavillonnaires s'étendent à l'ouest, y compris sur les pentes amorçant la chaîne des monts Dômes. L'expansion s'y trouve toutefois limitée par les reliefs et l'urbanisation se concentre davantage dans la partie orientale de l'agglomération. Les axes routiers principaux, représentés par les autoroutes A71 et A75 s'organisent quant à eux selon une logique nord-sud et concentrent à leurs abords les zones commerciales et industrielles aménagées dès les années 1960 (figure 2).

Clermont-Ferrand présente une urbanisation aux aspects concentriques qui témoigne de l'histoire de son développement progressif (Arbos, 1932 ; Vazeille, 1956).

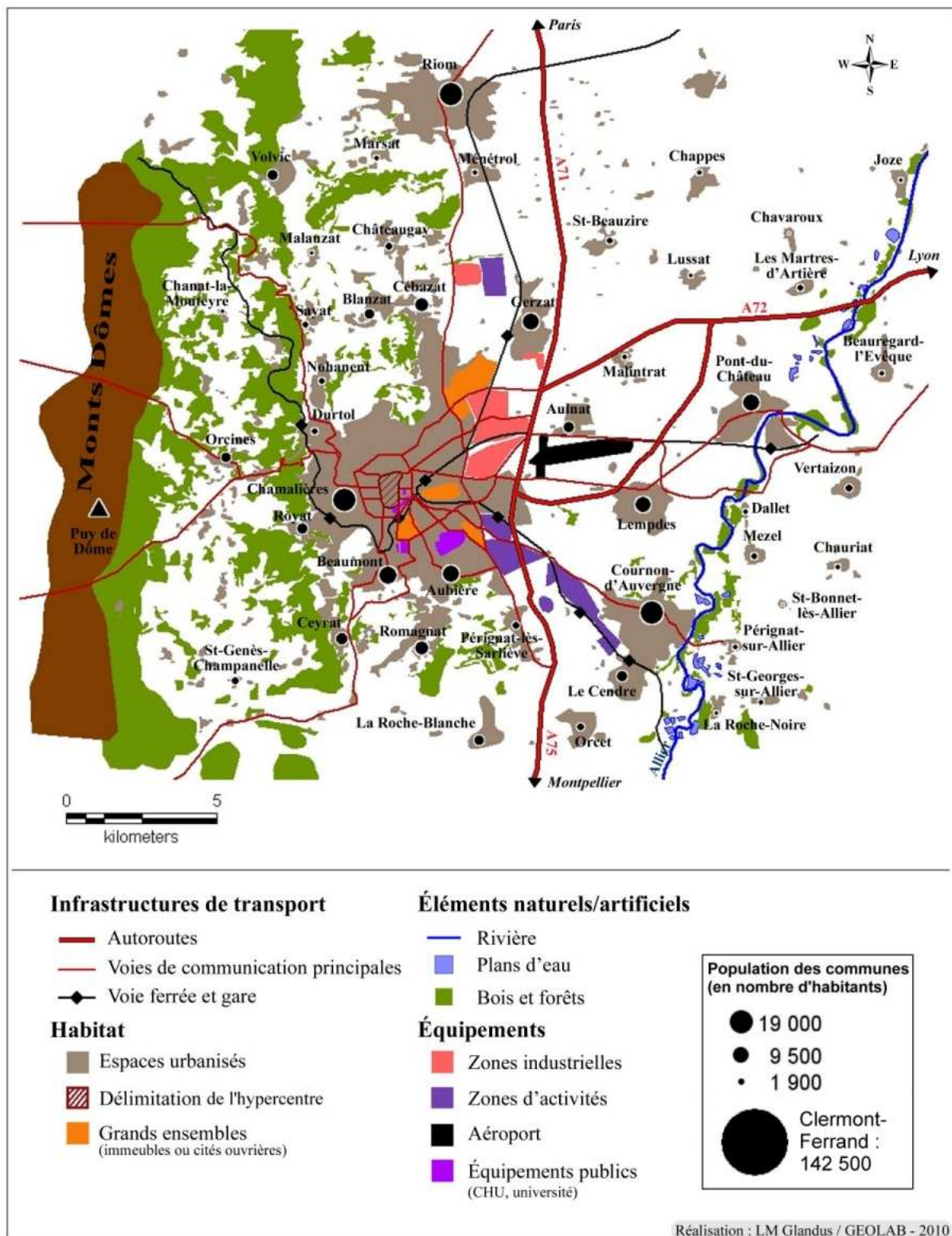


Figure 2 : Morphologie urbaine de l'agglomération de Clermont-Ferrand
(Fond de carte : IGN 2007 ; Source : INSEE, 2009)

A Limoges comme à Clermont-Ferrand, l'espace péri urbain s'est densifié au détriment de la commune centre (Certu, 2003). Dans les années 1960-1970, la ville de Limoges se trouve confrontée à un phénomène de désertion du centre-ville au profit de la proche banlieue, conséquence d'un nouveau mode de vie lié à la mobilité accrue que procure la voiture. La municipalité cherche alors à drainer le trafic automobile avec la réalisation, de 1955 à 1964, du boulevard périphérique (Desforges, 2002). De plus, des années 1960 aux années 1980, la ville développe de grandes opérations d'urbanisme avec, en particulier, la création de Zones à Urbaniser en Priorité (ZUP) et de Zones d'Aménagement Concerté (ZAC), ainsi que de zones industrielles. En outre, la construction de l'Université débute en 1968 et le CHRU est inauguré en 1976.

L'évolution de l'urbanisation s'effectue de manière radiale, en fonction des axes routiers existants. Une première vague débute dans les années 1950, l'habitat se développant en limite des faubourgs, puis sur les communes de première couronne, les plus proches de Limoges. A partir des années 1960, l'urbanisation s'étend tout particulièrement vers le nord, l'est et le sud-ouest, absorbant progressivement les bourgs situés en périphérie de l'agglomération. L'accroissement démographique y est particulièrement fort entre 1968 et 1975, avec un gain annuel d'habitants de 6,20% (SIEPAL, 1999). Puis la croissance de la population se prolonge en deuxième couronne à partir des années 1970, atteignant une progression maximale de 4,13% par an entre 1975 et 1982 (SIEPAL, 1999 ; Limoges Métropole, 2004). Alors que l'essor de la première couronne s'essouffle depuis la décennie 1990 (+0,8% par an), celui de la deuxième couronne se poursuit (+1,8% par an). Désormais, celle-ci constitue l'espace le plus attractif, grâce à des disponibilités foncières plus grandes et des prix plus abordables. Cependant, la péri urbanisation de Limoges s'effectue quelque peu différemment de celle de Clermont-Ferrand. En effet, la hausse du nombre de maisons individuelles ne s'y opère pas tant aux dépens des espaces agricoles, mais plutôt au détriment des friches et des forêts.

Cette évolution conduit aujourd'hui à une trame urbaine quasi-continue englobant Isle et Condat-sur-Vienne au sud, Panazol et Feytiat à l'est (figure 3). Au niveau de ces communes, l'habitat est globalement pavillonnaire et diffus, ce qui est caractéristique du type d'urbanisation des zones péri urbaines des grandes agglomérations. Depuis 25 ans, l'habitat pavillonnaire continue d'ailleurs de s'étendre de façon anarchique au sein de la deuxième couronne. Pour accompagner ce développement de l'urbanisation, de grandes réalisations routières sont entreprises, pour améliorer la circulation au sein de la ville centre (sont ainsi aménagés les boulevards intérieurs et des ponts sur la Vienne) et pour faciliter les échanges entre Limoges et sa périphérie.

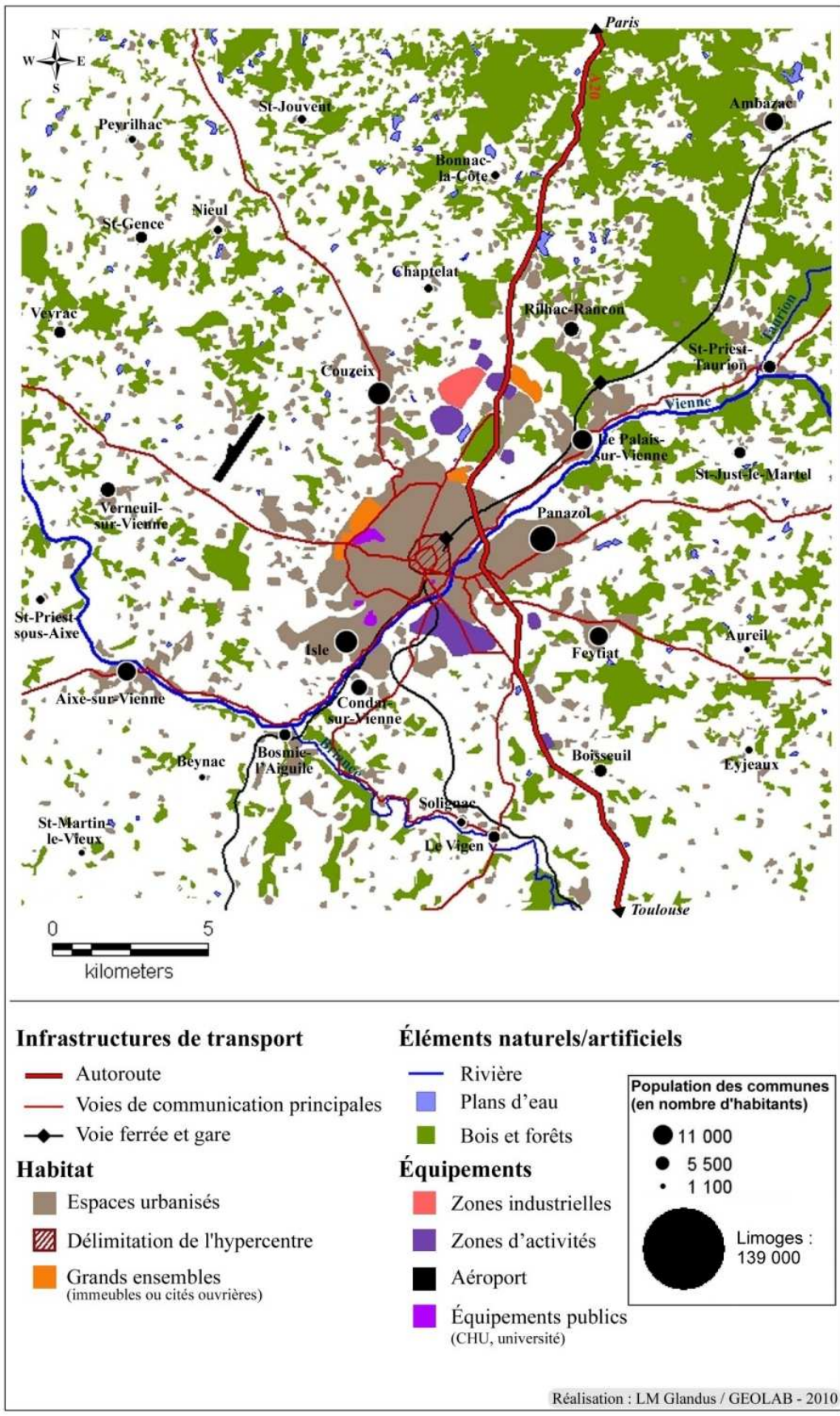


Figure 3 : Morphologie urbaine de l'agglomération de Limoges
(Fond de carte : IGN 2007 ; Source : INSEE, 2009)

Le paysage de l'agglomération de La Rochelle s'est lui aussi progressivement modifié au cours des cinquante dernières années, en lien avec la croissance plus ou moins organisée de l'urbanisation. En 1959, les bourgs étaient bien individualisés et les grands ensembles d'immeubles n'avaient pas encore été bâtis. C'est à partir de 1976 que les extensions ont vraiment débuté, la plupart du temps de manière concentrique autour du noyau d'origine. Les communes de L'Houmeau, Lagord, Marsilly et Nieul-sur-Mer ont elles connu une croissance plus marquée, avec la construction de nombreux lotissements qui ont modifié le paysage autour des noyaux anciens. Les communes de La Rochelle et d'Aytré ont quant à elles lancé la construction de grands ensembles d'habitation constitués de tours et de barres qu'accompagnent de nouvelles surfaces commerciales (Communauté d'agglomération de La Rochelle, 2000).

La décennie 1980 a elle été moins marquée par des modifications d'urbanisation. Malgré tout, l'extension des constructions en périphérie a eu tendance, dès cette époque, à masquer de plus en plus les coupures entre les communes, notamment au nord de La Rochelle : entre Lagord, L'Houmeau et Nieul-sur-Mer ; puis entre Saint-Xandre et Dompierre-sur-Mer. C'est au cours de ces années que la structure de l'agglomération s'est clairement établie, selon une organisation en doigts de gants.

Enfin, dans les années 1990, l'évolution a tout d'abord été marquée sur la commune de La Rochelle elle-même, grâce notamment à la création de l'université, mais elle s'est surtout localisée sur les communes périphériques : Périgny, Saint-Rogatien, Saint-Xandre, La Jarne, Lagord ou Angoulins, dont la population a connu une croissance de plus de 20% entre 1990 et 1999. Au sein de cet ensemble périphérique, ce sont les communes de première couronne (Angoulins, Aytré, Châtelailon-Plage, L'Houmeau, Lagord, Périgny, Puilboreau, Saint-Rogatien) qui constituent les espaces les plus attractifs, grâce à leurs atouts en termes de desserte, de proximité des pôles d'emplois et d'équipements.

Cette croissance assez forte, se traduit maintenant dans le paysage. Une continuité urbaine existe désormais entre La Rochelle, Lagord, Périgny et Aytré. Les quartiers sont contigus et les périphéries se mêlent (figure 4). Mais contrairement à ce qui peut s'observer à Limoges et à l'ouest de Clermont-Ferrand, le mitage ne s'est pas développé sur l'espace périphérique de La Rochelle, en raison des caractères locaux de l'agriculture. Les structures agraires correspondent en effet à de grandes cultures en openfield, paysage qui s'accompagne généralement d'un habitat groupé, en "villages tas" ou "villages rue" ; à l'inverse des paysages de bocage tels qu'on les trouve en Limousin et en Auvergne, au sein desquels l'habitat tend à être dispersé, en hameaux ou habitations isolées (Lebeau, 2004). Les aspects spatiaux divergent donc, entre le paysage de La Rochelle, constituée de cultures d'openfield et de bourgs bien distincts, et celui de Limoges, plus désordonné. Quant à l'agglomération de Clermont-Ferrand, elle présente un paysage dual, entre une partie de bocage à l'ouest et la plaine de la Limagne à l'est, marquée par des cultures en openfield.

De plus, l'agglomération de La Rochelle présente une spécificité qui la différencie des deux autres : sa situation littorale. Ce caractère contraint l'extension de l'agglomération vers l'ouest. Si quelques zones d'activités ont été établies à l'ouest de La Rochelle, en bordure de l'océan (ZI de La Pallice et de Chef-de-Baie), les futures constructions devront se concentrer à l'est, au nord et au sud de l'agglomération de fait de la saturation de celle-ci sur sa frange occidentale. Cette organisation est déjà perceptible dans les mobilités actuelles, puisque les flux quotidiens proviennent surtout du nord et de l'est de l'agglomération.

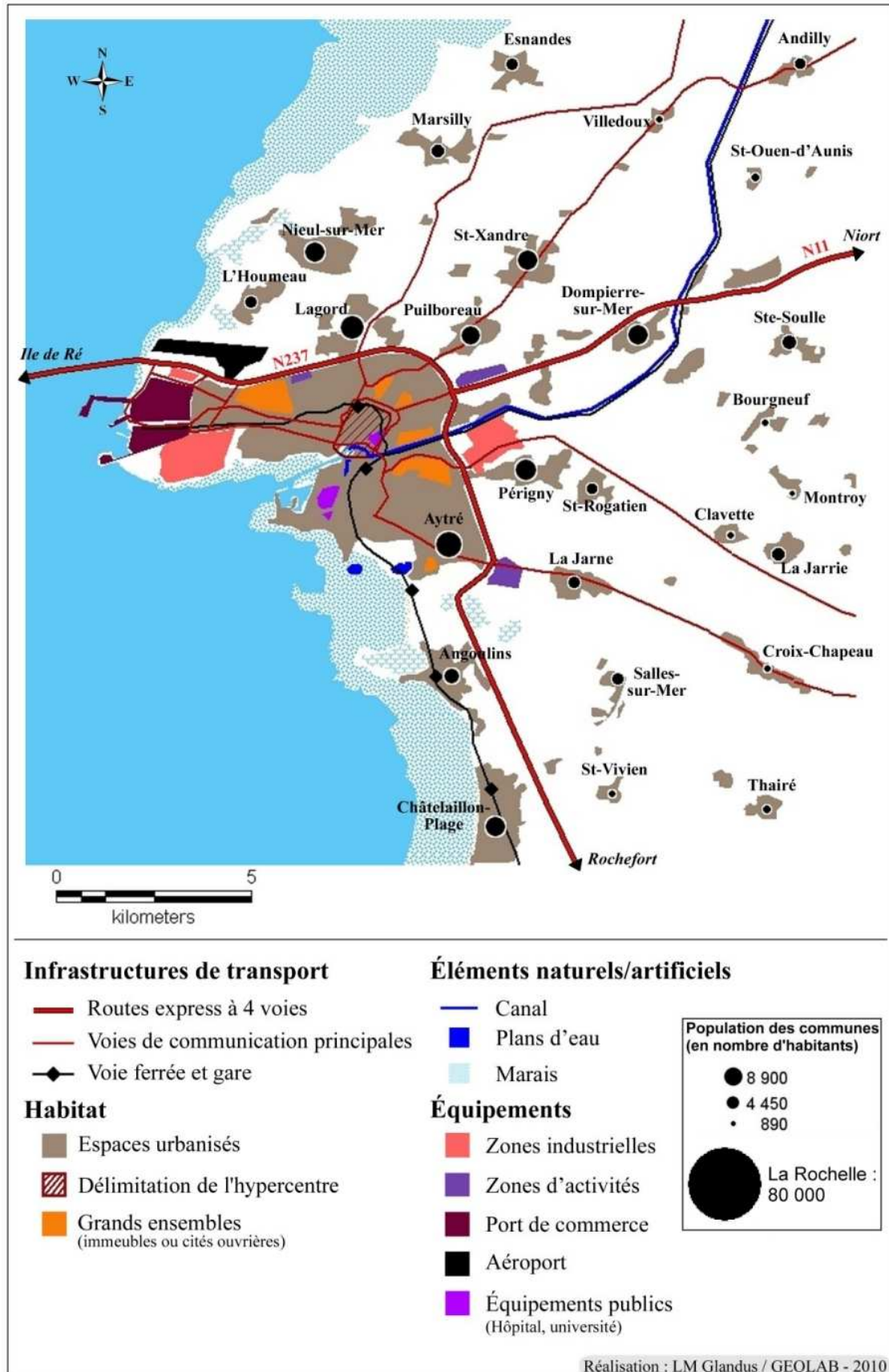


Figure 4 : Morphologie urbaine de l'agglomération de La Rochelle
(Fond de carte : IGN 2007 ; Source : INSEE, 2009)

Les agglomérations de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand ont donc connu, depuis les années 1960, une évolution typique des villes moyennes : une extension de l'espace urbanisé vers les communes de périphérie, rurales à l'origine. Par opposition au caractère enfermé des villes médiévales, dont l'espace est contraint par les protections qu'offrent les remparts, les villes du XX^{ème} siècle s'étendent dans toutes les directions possibles, annexant les espaces alentours pour les englober dans leur territoire urbain. Cette urbanisation a modifié l'espace, le paysage rural laissant la place à une agglomération continue. Chateaubriand écrivait dans les années 1800 que la campagne pénétrait la ville de toutes parts. C'est désormais le phénomène inverse qui se produit.

1.2.2. Une évolution de la place de l'automobile en lien avec l'urbanisation

La promotion progressive de la voiture au cours du XX^{ème} siècle a permis la croissance de la péri urbanisation et la constitution des agglomérations. L'existence de ce nouveau mode de déplacement et la réalisation de voies de communication rapides ont contribué à l'extension de l'espace de vie quotidien, poussant une majorité d'habitants à délaisser les modes de transport propres aux courtes distances que sont la marche et le vélo. Mais la promotion de la voiture et la hausse de la dépendance des populations à son égard s'est également réalisée grâce aux avantages qu'elle présente sur les modes collectifs.

1.2.2.1. Un choix délibéré d'une politique tournée vers l'automobile

La voiture individuelle est devenue l'outil quasi indispensable de la vie quotidienne et conduit bien souvent les habitants à structurer leurs activités en fonction de l'usage qu'ils peuvent en faire. Si, à ses débuts, la possession et l'usage de ce mode constituaient une exception, la démocratisation et les progrès techniques apportés en ont fait un mode de transport à part entière. L'augmentation du pouvoir d'achat durant la période de croissance des Trente Glorieuses, couplée à la diminution du prix d'achat et du coût d'utilisation d'une voiture permet à la motorisation individuelle d'augmenter. En 1955, la France compte 70 véhicules pour 1 000 habitants ; en 1976, elle en compte 300 (Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité, 1989). La prépondérance de la voiture est par ailleurs encouragée par l'État : ce dernier incite en effet à la consommation automobile afin de soutenir la production française et le devenir économique des industries automobiles du pays. La priorité est concrètement donnée à la route avec la création du Fonds Spécial d'Investissement Routier (FSIR) en 1953, celui-ci allouant plus de 10% de la TIPP à la construction de nouveaux ouvrages routiers. A l'inverse, l'État se désengage progressivement du financement des réseaux de transports en commun. En conséquence, les réseaux de transports publics urbains mis en place au début du siècle sont délaissés, se retrouvant sous-équipés à la fin des années 1960 et dépourvus des qualités qu'attendent les populations, notamment face aux attraits de la voiture. Les services se traduisent globalement par une baisse de la fréquence, qui continue de se dégrader après 1972 en dépit d'améliorations apportées aux dessertes. Le taux de fréquentation des réseaux de province diminue ainsi de 24% entre 1967 et 1975, entraînant une élévation de 48% du coût des voyages (Gagneur, Pradeilles, 1979).

La décennie 1970 marque toutefois un tournant dans les politiques de l'État et des collectivités locales qui affichent une volonté de réaffirmer la place des transports en commun. Celle-ci se traduit par la construction des premières lignes de RER en région parisienne, de lignes de métro ou de tramway dans les grandes villes de province et le renouvellement des parcs autobus dans les villes moyennes (Ministère de

l'Équipement, 2003). Puis, dans les années 1990, des lignes de Transports en Commun en Site Propre (TCSP) sont inaugurées dans quelques villes et le tramway connaît un renouveau : de plus en plus de villes rétablissent un réseau qu'elles avaient auparavant supprimé. En effet, si les réseaux de tramways électriques se multiplient à la fin du XIX^{ème} siècle, ce mouvement s'inverse dès l'entre deux guerres, avec le démantèlement de ces modes de locomotion qui sont, entre autres, perçus comme défavorables à la sécurité et gênants pour le bon écoulement de la circulation (Clément, 1995). Cette réaction montre combien la place de la voiture a son importance à cette époque. C'est le cas à Limoges, où l'offre originelle de transports en commun s'appuie sur le tramway, mode qui disparaît en 1951 et auquel succède le trolleybus. La ville de Clermont-Ferrand inaugure quant à elle le premier tramway électrique de France en 1890 et plusieurs lignes sont créées jusqu'aux années 1920. Le réseau disparaît ensuite progressivement jusqu'en 1956 pour laisser la place exclusive aux bus, polluants car ne fonctionnant pas, comme les tramways ou trolleybus, à l'énergie électrique. Mais 50 ans après l'abandon du tramway à Clermont-Ferrand, il est décidé de remettre en service ce mode qui bénéficie aujourd'hui d'une image positive par rapport au bus et offre un meilleur confort, ainsi qu'une fréquence de passage plus grande. En effet, contrairement au tramway, les bus ont souvent une image négative liée à une trop grande lenteur et des fréquences insuffisantes (Certu, ADEME, 2002).

Cependant, malgré l'amorce de ce renouveau, la baisse des aides financières de l'État annoncée en 2003 montre que la priorité reste encore axée sur les modes de déplacements routiers, alors même que les politiques locales prônent le développement des transports publics comme alternative à la voiture. Le taux d'équipement des ménages français a d'ailleurs continué de s'accroître entre 1970 et 1990, passant de 58% à plus de 75% (Carrère, 1997) et les dépenses des ménages relatives à l'utilisation des véhicules particuliers (investissements pour les réparations et les carburants essentiellement) ont augmenté depuis 1980 (Bernadet, 1998). La possession d'une voiture a permis le développement d'emplois suburbains, industriels notamment et la répartition des modes de transport pour les déplacements domicile-travail a évolué depuis la fin des années 1950.

Tableau I : Évolution des distances et des modes de déplacement domicile-travail en France
(Source : Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité, 1989)

	Distance moyenne (en km)	Marche (en %)	Deux-roues (en %)	Transports en commun urbains (en %)	Voiture (en %)
1959		32	35	24	9
1967	6	25	25	23	27
1974	9	22	17	19	42
1981	10	19	11	17	53
1986	11	15	8	24	53

La part de la voiture a largement progressé entre 1959 et 1981, au détriment de celle des modes doux : la marche et les deux-roues (tableau I). Ceci s'accompagne d'un accroissement de la distance moyenne des déplacements, défavorable à la pratique de la marche et du vélo, modes privilégiés pour de courtes distances. Au contraire, la voiture constitue le mode idéal pour des distances plus longues et c'est justement la démocratisation de l'automobile qui a permis cet allongement des distances entre le domicile et le lieu de

travail ; allongement encouragé et accru par la possession toujours plus grande de véhicules particuliers. Les transports collectifs, malgré un regain d'activité dans les années 1980, n'ont donc pu stopper la pression exercée sur la ville par l'automobile et cette situation est confortée par les responsables locaux qui n'osent faire évoluer l'organisation urbaine dans un sens pouvant décourager les automobilistes. Ces orientations anciennes en direction de l'automobile ont des conséquences diverses, telles que la pollution de l'air, mais accroissent également les difficultés pour les personnes qui ne possèdent pas de voiture.



Figure 5 : Limoges vers 1910, carrefour Tourny
(Source : Archives Départementales de la Haute-Vienne)

Cette photographie prise au centre-ville de Limoges dans les années 1910 est un bon témoignage de l'évolution des modes de transports urbains et montre combien les villes ont évolué en un siècle : ici, les tramways et les piétons sont omniprésents et les voitures n'occupent pas encore l'espace.

1.2.2.2. L'automobile, un mode de transport très attractif adapté à l'étalement urbain

Cet attachement à l'automobile qui remonte à la seconde moitié du XX^{ème} siècle a suscité l'apparition, au début des années 1990, de la notion de dépendance automobile. Celle-ci prend deux connotations : l'une positive, liée à la « fiabilité d'un mode qui élargit la mobilité et aide au bien-être » et l'une négative, liée à des « satisfactions ponctuelles au prix de dommages à long terme » (Dupuy, 1999). Les principales raisons de cet engouement sont liées aux avantages que procure ce mode de transport individuel en termes de disponibilité, d'intimité, d'accessibilité (aussi bien des territoires urbains que ruraux), voire de prestige pour certains (Merlin, 1984).

Un sondage mené sur quatre agglomérations françaises (Paris, Lyon, Strasbourg et Aix-en-Provence) permet de voir quelles sont les représentations sociales des moyens de

transport (Kaufmann et *al.*, 2001). L'automobile est souvent associée aux termes "rapide", "confortable", "polluant", "cher", "rend autonome". Les transports publics sont eux associés aux termes "lents", "contraignants", "bondés", "insécurité", "chers", "écologiques". D'autre part, une étude a été menée en 2003 au Portugal, dans la région de Porto, afin de comprendre les comportements à l'égard des transports publics et de la voiture particulière (Beirão, Sarsfield Cabral, 2007 – tableau II). Les personnes interrogées ont mis en avant des avantages et des inconvénients pour chacun de ces deux modes.

Tableau II : Avantages et inconvénients perçus des transports en commun et de la voiture particulière

(Source : Beirão, Sarsfield Cabral, 2007)

	Avantages	Inconvénients
Transports en commun	Coût Moins de stress Pas de conduite Pouvoir se détendre Pouvoir se reposer ou lire Temps de trajet dans les véhicules Moins de pollution Pouvoir parler à d'autres personnes	Perte de temps TROP de monde Manque de confort Horaires Manque de maîtrise Manque de fiabilité Temps d'attente important Transferts Trafic Manque de flexibilité Temps de marche important
	Avantages	Inconvénients
Voiture particulière	Liberté / indépendance Possibilité d'aller où l'on veut Commodité Rapidité Confort Flexibilité Savoir à quoi s'attendre Sécurité Avoir son propre espace de vie Pouvoir écouter de la musique	Coût Difficultés de stationnement Coût du stationnement Stress de la conduite Trafic Perte de temps en heure de pointe Pollution Accidents Isolement

Mises de côté les spécificités propres à chaque culture nationale, on retrouve au travers de ces deux études des visions communes de la voiture et des transports collectifs. Il apparaît ainsi que le véhicule particulier présente plus d'avantages pour la plupart des gens, notamment en termes de temps, de confort et d'autonomie. Contrairement à un déplacement en voiture, il est vrai qu'un trajet en transport collectif nécessite pratiquement que toutes les informations soient prises en compte avant le départ : les horaires, l'itinéraire, le prix, ... Dans un véhicule particulier, quelques erreurs au moins (comme une mauvaise direction) peuvent être rapidement corrigées, alors que des fautes équivalentes dans l'usage d'un moyen de transport public sont difficilement réparables une fois que l'utilisateur se trouve à bord du véhicule. Ainsi, le fait que le passager ne puisse pas contrôler son déplacement ne l'incite pas

à utiliser les modes de transports collectifs (Stradling et *al.*, 2000). Il semble enfin que le coût n'intervienne pas véritablement dans les choix des usagers.

Toutefois, si la voiture bénéficie de nombreux avantages qui font son succès, elle présente également des inconvénients, en particulier sur le plan de son impact sur la qualité de l'air. Les études présentées précédemment montrent que les préoccupations environnementales apparaissent dans les jugements, puisque la voiture est perçue comme étant polluante et les transports en commun écologiques. Mais ces critères ne semblent pas primordiaux, comme en témoignent clairement les pratiques générales. De plus, la voiture contraint la mobilité, en particulier dans les espaces centraux, et constitue une gêne pour les autres usagers. Dès 1974, Ivan Illich dénonçait la destruction par l'automobile d'une organisation de proximité dans laquelle piétons et cyclistes étaient chez eux. Face à la voiture, les transports en commun présentent, quant à eux, des avantages en termes de capacité, d'économie, de sécurité et d'environnement (Merlin, 1984).

Compte tenu de ces constatations, il s'avère nécessaire de promouvoir de nombreuses mesures cherchant à attribuer aux transports collectifs (presque) autant d'avantages qu'en procure l'automobile : confort, rapidité, desserte, fréquence, ... Actuellement, l'usage de la voiture est quasi indispensable car l'offre des réseaux de transports collectifs s'est dégradée face à la hausse de la dépendance automobile. De surcroît, l'étalement urbain a conduit à un affaiblissement des capacités de desserte des transports en commun. Ceux-ci se trouvent incapables de desservir la totalité des zones, notamment les zones périphériques de faibles densités de population, laissant les habitants face à l'usage d'un mode unique : la voiture.

1.2.3. Les sources fixes de pollution : un phénomène en diminution

Face à la hausse du trafic automobile, la participation des autres sources principales de pollution en milieu urbain a, depuis plusieurs décennies, diminué (en valeur absolue comme relative) et connu des évolutions spatiales, en liaison avec les modifications des activités économiques. Dans les territoires urbains, la part principale des émissions atmosphériques s'est ainsi déplacée des sources fixes de pollution, constituées par les secteurs de l'industrie et des chauffages, aux sources mobiles que sont les transports.

1.2.3.1. Des activités industrielles aux impacts amoindris et déplacés

La pollution industrielle, prédominante il y a encore vingt ans, a laissé progressivement la place à la pollution automobile. Les émissions de dioxyde de soufre (SO₂), substance polluante typique des activités du secteur secondaire, ont considérablement diminué en France depuis 1980 : de 3 216 Kt en 1980 à 475 en 2005 (CITEPA), soit des rejets près de sept fois moins importants actuellement qu'auparavant.

Ces évolutions ont plusieurs causes. D'une part, elles peuvent être attribuées aux progrès réalisés par les industriels dans leurs techniques de production et au rôle que joue la voiture dans la vie quotidienne des habitants depuis plusieurs décennies. D'autre part, et surtout, elles sont la conséquence d'une baisse de la présence industrielle sur le territoire français. En effet, à partir de 1975, le secteur secondaire est marqué par une désindustrialisation, à laquelle fait écho une forte progression du secteur tertiaire. Si le secteur secondaire employait près de 40% des actifs en 1975, il n'en emploie désormais qu'environ 25% (Bloc-Duraffour, 1999). Les industries traditionnelles ont été les plus touchées, cédant la place à des industries nouvelles, souvent de haute technologie, et ayant des impacts moindres

sur la pollution atmosphérique. Cette désindustrialisation a été en grande partie due à une concurrence accrue des nouveaux pays industriels. Dans un contexte de mondialisation croissante, les délocalisations en direction de pays à bas salaires ont été nombreuses. Ce déclin industriel a surtout affecté les vieux bassins industriels concentrant des établissements à la production déclinante (en particulier dans les secteurs de l'industrie lourde, telle que la sidérurgie, et de l'industrie de main d'œuvre, telle que le textile) et a, au contraire, profité aux grandes villes dans lesquelles se sont implantées les industries de haute technologie.

Mais ces changements quantitatifs se sont également accompagnés d'une modification des paysages urbains. Les établissements industriels, implantés au XIX^{ème} siècle dans les centres puis les faubourgs des villes, ont été déplacés, après les années 1950, vers les périphéries urbaines. Les vastes espaces laissés vacants ont alors profité au développement des activités tertiaires et des habitations. Depuis, les usines se concentrent au sein des zones industrielles ou parcs d'activités périphériques, proposant des terrains beaucoup plus vastes – laissant la possibilité de réaliser des parcs de stationnement pour les employés et les visiteurs – et étant généralement implantés le long des principaux axes de communication. En effet, face à la promotion de la voiture, la localisation des zones d'activités, qu'elles soient industrielles ou commerciales, est dictée par la proximité des axes de transports routiers, en particulier les autoroutes ou voies rapides.

La planification urbaine a elle-même contribué au déplacement et au maintien des activités industrielles en périphérie, dans des espaces moins densément peuplés que les centres-villes. Cependant, face à l'extension croissante de l'urbanisation, les établissements se retrouvent de plus en plus proches des zones urbanisées.

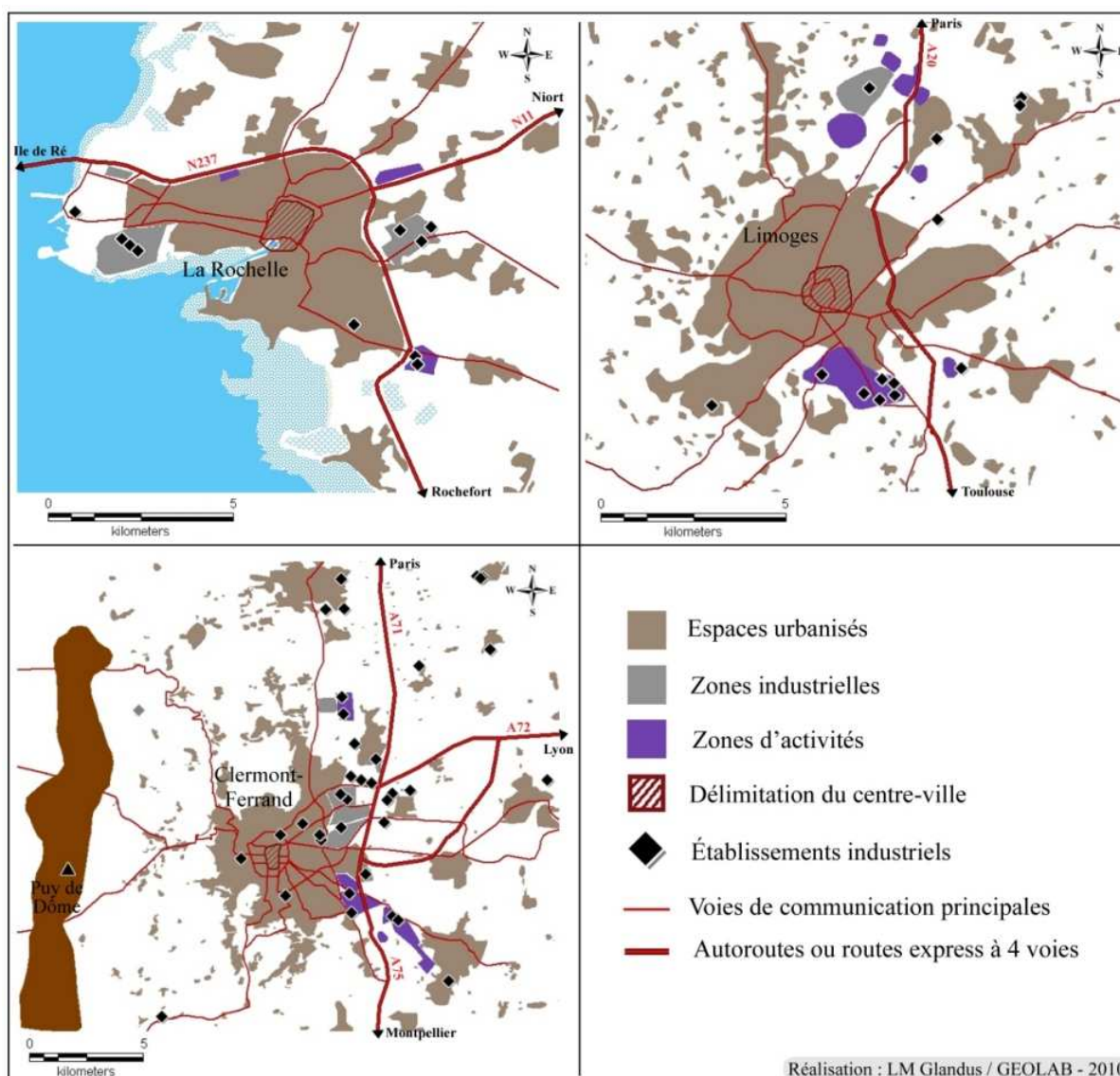


Figure 6 : Localisation des établissements industriels au sein des aires urbaines de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand

Industries recensées comme installations classées pour la protection de l'environnement et étant soumises à déclaration annuelle des émissions

(Source : Base des installations classées : <http://www.installationsclassées.ecologie.gouv.fr> - 2010)

La localisation des établissements industriels ayant un impact sur la qualité de l'air (en l'occurrence ici, figure 6, les installations classées pour la protection de l'environnement étant soumises à déclaration annuelle des émissions) témoigne d'une répartition assez voisine entre les trois aires urbaines. Si le nombre d'installations est largement supérieur à Clermont-Ferrand qu'à La Rochelle, on peut globalement constater que ces industries sont implantées le plus souvent en périphérie des villes, loin des espaces centraux. Malgré tout, ces établissements polluants restent encore proches des espaces urbanisés, qui ne cessent de s'étendre. Cette situation permet donc d'envisager que les activités industrielles peuvent avoir des impacts sur la vie des populations situées à proximité. Plus particulièrement, à Clermont-Ferrand, certains établissements (en l'occurrence des usines Michelin) ont conservé leur localisation originelle et restent, de ce fait, assez proches du centre-ville.

1.2.3.2. Une influence des modes de chauffage moins prégnante

Les émissions de substances polluantes sont également liées aux chauffages individuels et collectifs, c'est-à-dire au mode de vie des populations. Le secteur résidentiel est en effet à l'origine d'émissions d'oxydes d'azote (NOx), de dioxyde de soufre (SO₂) et de monoxyde de carbone (CO), même si sa contribution à la pollution urbaine est moindre que celle des industries et surtout des transports.

Les rejets de NOx proviennent majoritairement de l'utilisation de carburants pétroliers : essence et gazole surtout, mais également des fiouls utilisés comme combustibles de chauffage. De même, les émissions de SO₂ et de CO sont dues à la combustion incomplète de matières fossiles, telles que le charbon, les fiouls et le gaz, ainsi que du bois.

Les modes de chauffage doivent donc être pris en considération en tant que sources de pollution, même si leur contribution à la contamination atmosphérique a diminué, parallèlement à celle du secteur industriel, pour laisser une place prépondérante à la pollution liée au trafic routier. Les modes de vie se sont en effet modifiés depuis plusieurs décennies, entraînant une modification des problèmes de pollution de l'air. Autrefois, l'usage massif du charbon était à l'origine d'émissions fortes de CO, SO₂ et NOx. Cet usage a diminué en France tout au long du XX^{ème} siècle, et plus particulièrement depuis les années 1980. Aujourd'hui, ce combustible est très peu utilisé et laisse la place à d'autres énergies fossiles et à l'électricité. Les premières, regroupant le gaz et le fioul, sont surtout utilisées pour les systèmes de chauffage collectif et permettent l'installation du chauffage central individuel dans chacun des logements. Des améliorations ont été apportées aux chaudières pour limiter les émissions polluantes mais le manque d'entretien des équipements peut être à l'origine d'une hausse de la consommation et de la pollution (ADEME – <http://www.ademe.fr>). Quant à l'électricité, elle est souvent employée pour les systèmes de chauffage individuel, au sein d'habitats collectifs ou de maisons. Cette énergie permet une réduction importante de la pollution au niveau local, mais sa production est émettrice de dioxyde de carbone (principal gaz à effet de serre) dans le cas de centrales thermiques et de déchets radioactifs dans le cas, majoritaire en France, de centrales nucléaires.

Les données relatives au chauffage sur les trois agglomérations sont issues des résultats du recensement de population réalisé par l'Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (INSEE) en 2006. Parmi les nombreuses statistiques proposées, celles touchant aux résidences principales peuvent s'avérer intéressantes : qu'elles soient individuelles ou collectives, elles distinguent les modes de chauffage (chauffage individuel, collectif ou tout électrique) et les énergies utilisées (gaz de ville, fioul, électricité, gaz, charbon, bois). Les résidences principales étant majoritaires dans les trois villes étudiées (environ 88% en moyenne), les valeurs issues de cette thématique sont bien représentatives de la situation générale (tableau III).

De façon générale, le chauffage central individuel est majoritairement utilisé, notamment dans les maisons, aux dépens du chauffage central collectif. Ce dispositif peut sembler avantageux en termes de pollution puisque la consommation peut être choisie et maîtrisée par les occupants, limitant de ce fait un gaspillage d'énergie. A l'inverse, un procédé collectif passe par une production commune de chaleur pour tout un logement, voire plusieurs immeubles, laissant une autonomie moindre aux résidents. Toutefois, un autre point de vue peut aussi être adopté, en considérant que laisser le contrôle des niveaux de chauffage à l'appréciation des habitants risque d'induire une recherche plus grande de confort et un certain laxisme, générant de ce fait des niveaux d'émissions plus grands.

Sur les trois agglomérations, le combustible le plus employé est le gaz de ville ou de réseau, aussi bien en appartement qu'en maison. Ce combustible devance largement les autres énergies fossiles que sont le fioul et surtout le charbon. L'électricité s'impose, quant à elle, comme la deuxième énergie utilisée, en particulier sur l'agglomération de La Rochelle où le chauffage électrique domine dans les appartements.

Tableau III : Principaux combustibles utilisés au sein des résidences principales des communes des trois agglomérations en 2006

(Source : INSEE, RP 2006)

Principaux combustibles utilisés (en %)			
<i>(INSEE, 2006)</i>	La Rochelle	Limoges	Clermont-Ferrand
Chauffage urbain	6,4	5,7	2,8
Gaz de ville ou de réseau	46,4	52,5	59
Fioul	6,5	14,3	10,6
Electricité	36,6	23,1	24,2
Gaz (en bouteille ou citerne)	0,8	1,1	0,6
Autre (charbon, bois, ...)	3,3	3,4	2,7

L'utilisation majoritaire du gaz de ville et de l'énergie électrique au sein des trois agglomérations représente un avantage du point de vue des émissions atmosphériques au niveau local, le fioul ou le charbon étant, eux, des combustibles plus émetteurs de substances nocives. De plus, certaines villes ont également développé des réseaux de production de chaleur économes en énergie. Des installations de chauffage urbain utilisent à ce titre la chaleur issue de l'incinération des ordures ménagères ou ont recours à la cogénération. Ce système exploite pour sa part les pertes de chaleur des installations de production électrique (ADEME – <http://www.ademe.fr>). Une unité de cogénération existe par exemple dans le quartier de La Gauthière à Clermont-Ferrand. Enfin, les Unités d'Incinération d'Ordures Ménagères (UIOM) de La Rochelle et de Limoges pratiquent, en parallèle à leurs opérations de traitement et d'incinération des déchets, une valorisation énergétique permettant l'alimentation des réseaux de chaleur. Ce système est, du point de vue des rejets, avantageux car il réalise une production thermique à partir d'activités déjà existantes ; mais il n'occulte pas pour autant la responsabilité des usines d'incinération dans la pollution urbaine. D'ailleurs, à Clermont-Ferrand, l'association Puy-de-Dôme Nature-Environnement et d'autres collectifs se battent depuis plusieurs années contre la construction d'un incinérateur aux portes de la ville.

Cependant, à l'image de la localisation des établissements industriels, celle des sources de chauffage s'est également modifiée, en lien avec l'évolution de la morphologie des agglomérations. En effet, la concentration en chauffage varie d'un espace à l'autre, le contraste étant particulièrement net entre la ville compacte et les espaces périphériques, à l'urbanisation plus lâche. Les centres-villes, plus densément urbanisés, concentrent une pollution plus grande. Au contraire, le développement de l'habitat pavillonnaire en périphérie génère une multiplication et un étalement des sources ponctuelles. Cette situation permet une plus grande dispersion des émissions, notamment par contraste avec la densité d'urbanisation des centres urbains.

Conformément aux évolutions nationales, les modes de chauffage des trois agglomérations présentent des progrès permettant une diminution de leurs émissions

polluantes. En France métropolitaine, la participation du secteur résidentiel/tertiaire (duquel relève le chauffage domestique) dans les émissions de CO et de SO₂, a en effet diminué depuis 1960 : de 2 167 à 1 761 tonnes en 2005 pour le CO et de 298 à 62 tonnes pour le SO₂ (<http://www.citepa.org> - 2007). Ainsi, dans le cadre urbain actuel marqué par une prépondérance des mobilités automobiles, la pollution issue du chauffage ne sera pas prise compte, au profit de la source majeure qu'est le secteur des transports et, dans une moindre mesure, le secteur industriel. Ce dernier se compose également d'émetteurs mieux identifiés et identifiables, à la différence du secteur des chauffages, dont la place est plus difficile à cerner.

1.2.4. L'impact de la morphologie urbaine sur les niveaux de pollution

L'évolution des activités humaines et de la configuration des agglomérations a des conséquences sur la répartition de la pollution, à l'échelle des agglomérations tout entières, mais aussi à l'échelle des centres urbains. L'extension urbaine conduit à l'existence d'espaces de nature différente en termes d'habitat : le centre-ville, caractérisé par une concentration des constructions et une certaine convergence des flux de circulation automobile, s'oppose à l'espace péri urbain au sein duquel l'habitat pavillonnaire est beaucoup plus lâche. Ce contraste dans la morphologie des agglomérations induit des influences climatiques locales, celles-ci étant susceptibles d'influencer les niveaux de pollution entre le centre-ville et la périphérie. Ceci pourra se vérifier dans l'étude consacrée aux disparités des concentrations des polluants sur les divers sites de mesures des trois agglomérations.

L'urbanisation a tout d'abord des impacts sur les températures (Taha, 1997 ; Bozonnet, 2005). Les poussières et aérosols présents au-dessus des villes absorbent et rediffusent les rayons du soleil et diminuent ainsi l'intensité du rayonnement visible. La réflexion est également faible, l'albédo étant généralement plus faible en ville qu'à la campagne. Il varie en fonction du type de matériaux, entre 14 et 19%. Mais, si les apports solaires et la circulation aérologique sont modifiés en ville, les activités humaines ont une influence encore plus grande sur les températures : celles consommatrices d'énergie telles que l'industrie, les transports, le chauffage ou l'éclairage constituent des sources de chaleur. Ainsi, en situation atmosphérique stable, la ville est toujours plus chaude que la périphérie de 2 à 3°C en moyenne, cette différence thermique pouvant générer des phénomènes de brises, appelées brises de campagne (Beltrando, Chémery, 1995). Celles-ci peuvent alors entraîner des déplacements de pollution de la périphérie vers le centre-ville, générant des hausses des concentrations en milieu urbain.

En effet, il a été observé que les masses d'air de périphérie pouvaient converger vers le centre le plus chaud de l'agglomération, nommé îlot de chaleur urbain et correspondant à une zone de plus basses pressions (Oke, 1973 ; Cantat, 2004). Cette "brise de campagne", ou "country-breeze", s'avère alors très polluante pour le centre de convergence. Elle peut se manifester tout au long de l'année en période de vent faible (de 2 à 3 m/s), les vents forts (supérieurs à 5 m/s) diminuant les écarts de température entre la ville et la campagne. Elle débute généralement entre 21 h et 6 h pour se terminer entre 6 h et 10 h. Cette brise peut se manifester sur des distances assez variables, de un kilomètre à une vingtaine de kilomètres. Enfin, les îlots thermiques sont normalement plus prononcés par temps clair, la nuit, lorsque les conditions météorologiques sont stables, soit en situation de hautes pressions (Escourrou, 1991).

D'autre part, au sein même des villes, il apparaît que le bâti urbain influence les concentrations polluantes. En effet, d'après Dab et Roussel (2001), à l'échelle intra urbaine, la

densité de l'urbanisation des centres-villes apparaît néfaste à la dispersion des polluants, d'autant plus que les centres urbains sont soumis à de fortes émissions polluantes, issues notamment du trafic automobile. En particulier, les rues de type "canyon", étroites et bordées de bâtiments hauts, sont plus favorables à la concentration des substances que de larges avenues (Lee, Park, 1994 ; Xiaomin et *al.*, 2006). L'urbanisation joue donc un rôle non négligeable dans les conditions de dispersion de la pollution : les constructions et les activités humaines ont notamment un impact sur le régime des vents et des températures. Les constructions modifient l'écoulement du vent, en constituant des obstacles qui le canalisent, modifient son orientation et sa vitesse (Zhang et *al.*, 2005 ; Kim, Kim, 2009). Les effets qui en découlent sont divers, mais l'effet le plus connu et le plus simple d'abord est l'effet de canalisation. Ce phénomène se manifeste par une accélération du vent entre deux bâtiments parallèles et se développe ainsi dans les rues, de manière encore plus marquée lorsque les bâtiments sont de grande hauteur. Ces différences existant entre les types de rue sont reconnues comme influentes dans la dispersion des polluants, mais leur observation relève d'analyses aérologiques fines non envisageables dans cette recherche.

1.2.5. La nécessité d'une échelle d'approche élargie face à la péri urbanisation et à l'extension spatiale des sources d'émissions

L'attraction pour la possession d'un pavillon individuel a poussé de nombreux citadins à s'établir à la campagne, peu densément peuplée, délaissant ainsi les villes et les inconvénients qui leur sont liés. La péri urbanisation s'est alors développée autour des bourgs, à l'origine constitutifs de villages ou de communes rurales qui deviennent progressivement des entités jouant un véritable rôle dans l'agglomération. Leur attractivité a même dépassé celle du cadre de l'habitat en suscitant aussi l'implantation de zones d'activités (industrielles, artisanales ou commerciales) dissociées, d'un point de vue spatial, des zones résidentielles. La création de tous ces pôles contribue à l'extension de l'urbanisation au-delà des limites originelles des villes et donne naissance à des agglomérations dont le territoire englobe plusieurs communes. Cet étalement urbain, qui fait disparaître l'organisation traditionnelle de la ville, redessine également l'urbanité. Les principales villes d'origine, ou communes centres, entretiennent désormais des liens importants avec leur espace péri urbain, ces relations se traduisant concrètement par les flux de mobilité quotidiens.

Chacune des trois villes étudiées est donc étroitement liée aux communes de sa périphérie plus ou moins immédiate, le tout constituant une agglomération. Cependant, la désignation de celle-ci relève de deux définitions proposées par l'INSEE : l'unité urbaine ou l'aire urbaine. Une unité urbaine est, selon l'INSEE, une « commune ou ensemble de communes comportant sur son territoire une zone bâtie d'au moins 2 000 habitants où aucune habitation n'est séparée de la plus proche de plus de 200 mètres ». Mais si cette délimitation permet de prendre en compte les logiques de proximité qui existent entre la ville principale et sa périphérie immédiate, elle exclut un certain nombre de communes non contiguës mais dont les relations sont pourtant étroites. En s'en tenant à cette première définition, les agglomérations sont trop appréhendées sous l'angle de l'espace géographique, qui correspond à un cadre dont « les limites sont identifiables dans l'espace par la rupture morphologique du front des constructions » (Lévy, Lussault, 2003). Or, la continuité du bâti qui régit la notion d'agglomération ne suffit pas à prendre en compte les réalités actuelles. L'approche doit dépasser les agglomérations « morphologiques » pour s'appuyer sur la mobilité. C'est cette

dernière qui apparaît dans l'aire métropolisée ou l'aire urbaine⁴ (appelée explicitement "functional urban regions" en anglais), « système spatial socio-économique fait de mouvements et dont on évalue les dimensions à partir des fonctions productives : navettes domicile-travail, secteurs d'activité, niveaux de services » (Lévy, Lussault, 2003).

Ainsi, l'aire urbaine correspond à l'échelle d'étude la plus pertinente face aux réalités actuelles liées à la multiplicité des pôles périphériques, qu'ils soient de nature résidentielle, industrielle ou commerciale, et aux nombreuses mobilités quotidiennes qui les accompagnent, notamment les déplacements domicile-travail.

L'étalement spatial des agglomérations et l'amplification du phénomène de péri-urbanisation ont donc considérablement fait évoluer les participations des trois sources de pollution de l'air en milieu urbain, changeant la donne quant à la nature et à la répartition des polluants respirés. Les sources fixes d'émissions constituent désormais un problème de pollution secondaire derrière les sources mobiles que sont les transports routiers, et notamment le trafic automobile, omniprésent au sein des agglomérations. Dans ce nouveau contexte, des réponses ont été apportées aux échelles européenne et nationale, tant au niveau des politiques et des législations, que des apports technologiques.

1.3. Une prise en compte récente de la pollution de l'air en France

Les premières mesures de qualité de l'air remontent à la fin du XIX^{ème} siècle, époque à laquelle de nombreux pays étaient en pleine phase d'industrialisation. Puis c'est au milieu du XX^{ème} siècle, à la suite de pollutions importantes comme le "big smoke" de Londres en 1952, que les États à l'origine des plus grosses émissions mettent en place une surveillance plus poussée de la qualité de l'air. Les directives européennes, tout comme les autres législations, ne retiennent qu'un certain nombre de polluants, dits polluants principaux : le dioxyde de soufre, le dioxyde d'azote, le monoxyde de carbone, le dioxyde de carbone, les particules en suspension, l'ozone et le plomb. En France, après un premier texte en 1961, il faut attendre décembre 1996 pour qu'apparaisse une loi sur l'air définissant un vrai cadre de contrôle et de limitation. La réglementation française s'appuie notamment sur quatre directives européennes : la directive "SO₂/poussières" de 1980 (modifiée en 1989), la directive "plomb" de 1982, la directive "dioxyde d'azote" de 1985 et la directive "ozone" de 1992. En complément, d'autres outils existent afin de limiter les émissions nocives, s'appuyant sur les évolutions technologiques et les textes juridiques, en tentant de plus en plus d'intégrer la gestion environnementale aux politiques d'urbanisme.

1.3.1. Une avancée dans le cadre juridique de la pollution de l'air : la LAURE

En 1994, dans le rapport qu'il réalise à la demande du Premier Ministre Édouard Balladur (Richert, 1995), le sénateur du Bas-Rhin, Philippe Richert, fait part de la nécessité de mise en place d'une loi cadre sur l'air et de l'extension du réseau national de surveillance du pays. Deux années plus tard, le 30 décembre 1996, le ministre de l'Environnement, Corinne Lepage, institue la Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Énergie (LAURE). Celle-ci transpose en droit français les normes européennes de la qualité de l'air et consacre enfin deux

⁴ Selon l'INSEE, une aire urbaine est « un ensemble de communes, d'un seul tenant et sans enclave, constitué par un pôle urbain, et par des communes rurales ou unités urbaines (couronne péri urbaine) dont au moins 40% de la population résidente ayant un emploi travaille dans le pôle ou dans des communes attirées par celui-ci ».

droits humains : le « droit à chacun à respirer un air qui ne nuise pas à sa santé » et le « droit à l'information sur la qualité de l'air et ses effets sur la santé et l'environnement ».

L'article 1 de la loi montre que tous les acteurs de la société doivent participer : « L'État et ses établissements publics, les collectivités territoriales et leurs établissements publics ainsi que les personnes privées concourent, chacun dans le domaine de sa compétence et dans les limites de sa responsabilité, à une politique dont l'objectif est la mise en oeuvre du droit reconnu à chacun à respirer un air qui ne nuise pas à sa santé. Cette action d'intérêt général consiste à prévenir, à surveiller, à réduire ou à supprimer les pollutions atmosphériques, à préserver la qualité de l'air et, à ces fins, à économiser et à utiliser rationnellement l'énergie ». Concrètement, la loi sur l'air rend obligatoire la mise en place de plusieurs outils de contrôle de la pollution de l'air à l'échelle locale : la surveillance, via des associations agréées, et les Plans de Déplacements Urbains (PDU) peuvent être retenus comme les plus notables.

1.3.1.1. Un outil de contrôle devenu obligatoire : la surveillance de la qualité de l'air

En France, l'organisation de la surveillance concerne les divers échelons administratifs que compte le pays.

Au niveau national, l'acteur principal est le Ministère de l'Environnement (devenu Ministère de l'Écologie et du Développement Durable le 7 mai 2002) depuis sa création en 1971. Celui-ci est alors relayé par trois grands établissements : le LCSQA, l'ADEME et le CNA. Le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA), créé en 1991, regroupe les compétences du Laboratoire National d'Essais (LNE), de l'École des Mines de Douai ainsi que de l'Institut National de l'Environnement et des Risques (INERIS). A l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME), dont la création remonte à 1990, est confiée une mission de coordination technique et la responsabilité de la surveillance de la qualité de l'air. Quant au Conseil National de l'Air (CNA), créé par décret le 29 avril 1997, il peut donner son avis pour toutes les questions portant sur la pollution de l'air et peut également être consulté pour les projets de textes législatifs et réglementaires.

Puis, au niveau régional se trouvent les Directions Régionales de l'Environnement (DIREN) et les Directions Régionales de l'Industrie de la Recherche et de l'Environnement (DRIRE), ces dernières étant impliquées dans la surveillance des rejets industriels par le contrôle de la Taxe Générale sur les Activités Polluantes (TGAP) et le recensement des grandes installations de combustion⁵.

Enfin, au niveau local, la surveillance est assurée par des associations de surveillance de la qualité de l'air dont les missions principales sont la collecte et l'analyse des mesures des émissions ainsi que la diffusion de l'information. La surveillance a commencé à s'étendre grâce à la création, en 1958, de l'Association pour la Protection contre la Pollution Atmosphérique (APPA). Deux ans plus tard, des comités régionaux sont mis en place dans le but d'effectuer des mesures dans certaines villes. Mais à cette époque, peu de polluants sont contrôlés. Quant aux capteurs, ils sont assez peu nombreux et n'offrent que des performances limitées (Roussel, Charles, 2007). Une première structure légale apparaît en 1961 avec la loi-cadre sur la pollution atmosphérique et les odeurs. Puis en mars 1973, une circulaire du

⁵ En 2010, les DRE (Direction Régionale de l'Équipement), DIREN (Direction Régionale de l'Environnement) et DRIRE (Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement) ont été réunies au sein des DREAL (Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement), ceci permettant un pilotage commun des politiques d'environnement, de logement et de rénovation urbaine.

Comité Interministériel pour l'Aménagement de la Nature et de l'Environnement (CIANE) lance le programme de création d'associations de gestion de réseaux de surveillance à l'échelon local. Celui-ci vise à doter le pays d'un ensemble homogène de réseaux de mesure au sein des zones industrielles et urbaines denses : en 1976, 80 réseaux sont opérationnels (Ministère de la qualité de la vie, 1976). Cependant, ceux-ci sont en grande partie implantés dans une perspective de contrôle de la pollution industrielle (Roussel, Charles, 2007). Ce n'est qu'à la fin des années 1980 que le trafic automobile devient une cible, en particulier à l'initiative d'Airparif, l'association de surveillance de la région parisienne. Enfin, les associations de surveillance sont généralisées à l'ensemble du territoire français par la loi sur l'air de 1996, qui rend obligatoire la surveillance de la qualité de l'air par l'État, l'information et la définition de normes de concentration.

Dans ce nouveau cadre, la mise en œuvre de la surveillance est confiée à une ou plusieurs associations agréées au sein de chaque région administrative. Le décret 98-360 du 6 mai 1998 indique les modalités de la surveillance. Sept polluants, considérés comme majeurs, doivent être obligatoirement surveillés dans les agglomérations de plus de 100 000 habitants : le dioxyde de soufre, le dioxyde d'azote, le monoxyde de carbone, les particules en suspension, l'ozone, le plomb et le benzène. La surveillance doit être opérée au moyen de stations fixes et peut être complétée par des mesures effectuées par des stations mobiles. Il existe désormais quarante Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) en France. Celles-ci sont constituées selon les principes de la loi relative au contrat d'association du 1^{er} juillet 1901. Elles bénéficient d'un dispositif technique particulier : des stations de mesure équipées d'analyseurs automatiques de pollution chimique et particulaire, des sites informatiques centraux et éventuellement des stations mobiles de mesure de type camions laboratoires. Leur gestion se fait de façon partenariale, reposant sur quatre collèges équilibrés (en nombre et en voix) au sein du Conseil d'Administration : le Collège des Collectivités Territoriales, le Collège des Administrations de l'État et Agences, le Collège du secteur de l'Industrie et des Transports, le Collège des Associations et Personnes qualifiées. Enfin, chaque association puise son financement auprès de trois collèges payeurs : l'État (Ministère de l'Écologie et du Développement Durable), les collectivités territoriales et les industriels au travers de la Taxe Générale sur les Activités Polluantes (TGAP).

En outre, l'article 7 du décret pré-cité indique que les réseaux de surveillance ont l'obligation « d'informer la population sur la qualité de l'air constatée et prévisible dans leur zone de compétence ». Ces informations doivent être accompagnées de la publication de résultats des mesures sous la forme d'un indice synthétique qui transforme les données de mesure en une valeur simple représentant la qualité de l'air pour une zone dite homogène (Garcia, Colosio, 2001). Il s'agit ici de l'indice ATMO, qui permet d'informer la population sur la pollution atmosphérique quotidienne dans les agglomérations de plus de 100 000 habitants. Il prend en compte la concentration des quatre polluants que sont le dioxyde de soufre (SO₂), le dioxyde d'azote (NO₂), les particules en suspension (PS) et l'ozone (O₃). Les sous-indices SO₂, NO₂, et O₃ sont alors calculés à partir de la moyenne des maxima horaires tandis que le sous-indice PS est calculé à partir de la moyenne journalière. A chaque indice ATMO diffusé correspond un qualificatif illustrant de façon plus concrète la qualité de l'air de l'agglomération concernée, selon une échelle allant de l'indice 1 (Très bon) à l'indice 10 (Très mauvais). Ce type d'informations comporte toutefois des limites car les indices sont calculés à partir de moyennes et lissent donc les extrêmes de pollution. De plus, ils synthétisent les mesures de plusieurs stations au sein de chaque agglomération, ne permettant donc pas de visualiser les particularités.

Quant aux normes, elles correspondent aux objectifs de qualité de l'air, aux seuils d'alerte et aux valeurs limites qui sont fixés à partir de ceux définis par l'Union européenne. Les valeurs guides établies par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) à partir d'études

reliant les concentrations en polluants dans l'air ambiant à des pathologies identifiées, constituent la référence principale pour la fixation des normes de qualité de l'air. En cas de dépassement des seuils limites, l'association concernée doit transmettre les données aux institutions compétentes pour la résolution, ou tout au moins la réduction, des problèmes : la DRIRE et la préfecture en particulier. Ainsi, lorsque les concentrations d'un des polluants mesurés dépassent les seuils définis, l'association déclenche la procédure "d'information et de recommandation" puis éventuellement la procédure "d'alerte". La première prévoyant l'information de la population au travers des médias, tandis que dans la seconde, le préfet intervient lui-même afin de prendre les arrêtés nécessaires pour limiter l'ampleur de la pollution. Il peut alors imposer, par exemple, le covoiturage ou la circulation alternée.

1.3.1.2. Un outil de planification des transports au service de la qualité de l'air : le PDU

La loi sur l'air de 1996 prévoit également des outils de planification au niveau local permettant aux collectivités territoriales, dans la lignée des lois de décentralisation de 1983, d'être elles aussi des actrices dans la lutte contre la pollution de l'air. Les Plans Régionaux pour la Qualité de l'Air (PRQA) doivent dresser un inventaire des émissions polluantes et une évaluation de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé et l'environnement. Ensuite, si les Plans de Protection de l'Atmosphère (PPA) ont été rapidement abandonnés en raison des nombreuses difficultés qui accompagnaient leur élaboration, les Plans de Déplacements Urbains (PDU) ont connu plus de réussite, même si leur mise en place a été plus longue que prévue. Devant normalement être élaborés dans les deux ans suivant la publication de la loi, leur délai d'élaboration a dû être repoussé à trois reprises afin de donner leur chance à ces outils de planification.

Les PDU, visant à « assurer un équilibre durable entre les besoins en matière de mobilité et de facilité d'accès, d'une part, et la protection de l'environnement et de la santé, d'autre part » (article 14 de la loi sur l'air), existent en réalité depuis 1982 : la Loi d'Orientation des Transports Intérieurs, la LOTI (loi n°82-1153 du 30 décembre 1982), a eu pour objectif de définir les principes d'organisation du service public des transports à l'échelle du pays. Mais la LAURE oblige désormais les agglomérations de plus de 100 000 habitants à instituer des PDU sur l'espace de leur Périmètre de Transports Urbains (PTU). Les communes, réunies au sein des communautés d'agglomération, possèdent donc désormais les moyens de gérer l'organisation de leur espace urbain et de ce fait d'améliorer la qualité de leur environnement. Autour de la commune centre, les communes périphériques, ou tout au moins une partie d'entre elles, sont intégrées aux processus d'aménagements prévus par cet outil de planification dont le but premier est de définir « les principes de l'organisation des transports de personnes et de marchandises, de la circulation et du stationnement » (article 14 de la loi sur l'air).

Les actions prévues dans le cadre d'un PDU s'étendent donc aussi bien au trafic qu'au stationnement, afin d'aboutir à « un usage coordonné de tous les modes de déplacements, notamment par une affectation appropriée de la voirie, ainsi que la promotion des modes les moins polluants et les moins consommateurs d'énergie ».

1.3.1.3. Des incohérences dans les échelles d'élaboration des politiques

Développer les politiques urbaines en s'appuyant sur les agglomérations est devenu indispensable aujourd'hui, au regard des évolutions mentionnées précédemment.

L'organisation des transports urbains a, en effet, dû évoluer avec la ville. Les premiers réseaux de transports en commun sont apparus, dès la fin du XIX^{ème} siècle, à l'échelle des communes majeures du pays. Mais la nouvelle configuration urbaine impose de concevoir les réseaux de transports, entre autres préoccupations, à l'échelle des aires urbaines. Il est d'ailleurs de plus en plus rare qu'une commune gère seule un système de transport : parmi les agglomérations françaises de plus de 100 000 habitants, la compétence transport revient entièrement à des groupements intercommunaux (Ministère de l'Équipement, 2003).

Les PDU sont conçus à l'échelle de la communauté d'agglomération. Cette entité, qui repose sur une définition législative, à la différence de la notion d'agglomération, a été créée par la loi du 12 juillet 1999 relative au renforcement et à la simplification de la coopération intercommunale. Elle correspond à un Etablissement Public de Coopération Intercommunale (EPCI) ayant pour but d'associer des communes en vue de construire un projet commun d'aménagement du territoire et de développement urbain (Bernard-Gélabert, 2003). Un EPCI a la qualité de personne morale et jouit de l'autonomie financière. Il possède ainsi ses propres moyens d'action et s'administre librement (Betsch, 2003). La création d'une communauté d'agglomération n'est possible que si elle regroupe « plusieurs communes formant un ensemble de plus de 50 000 habitants d'un seul tenant et sans enclave, autour d'une ou plusieurs communes centre de plus de 15 000 habitants » (article 1 de la loi n°99-586 du 12 juillet 1999). Les communautés d'agglomération se substituent aux communes membres dans l'exercice d'un certain nombre de compétences, obligatoires et optionnelles, qu'il appartient au conseil communautaire et aux conseils municipaux de définir. Parmi les quatre compétences obligatoirement détenues par la communauté apparaît la gestion des transports urbains, domaine qui nous intéresse ici. Cependant, l'aménagement et la gestion de parcs de stationnement d'intérêt communautaire, de même que la lutte contre la pollution de l'air relèvent du champ des compétences optionnelles.

Ces groupements sont donc les entités gestionnaires de nombreuses politiques et l'organisation des transports en commun leur revient. De plus, les communautés d'agglomération sont les maîtres d'ouvrage des Plans de Déplacements Urbains (PDU), généralisés par la loi sur l'air de 1996, dont la vocation première est la réduction de la place et de l'usage de la voiture en ville au profit des modes alternatifs. La logique du PDU veut ainsi que les actions soient réalisées à l'échelle d'un vaste ensemble : celui de la ville principale et des pôles avec lesquels elle entretient des relations étroites, qu'ils soient de nature résidentielle, industrielle ou commerciale.

Dans ce cadre propre à la mise en œuvre des Plans de Déplacements Urbains, la délimitation géographique de notre zone d'étude s'appuiera donc essentiellement sur le périmètre de communauté d'agglomération. La Rochelle appartient à la Communauté d'agglomération de La Rochelle, qui rassemble 18 communes pour un total de 151 000 habitants. Celle-ci a été mise en place en janvier 2000, se substituant à la communauté de villes existant depuis 1992. Limoges est quant à elle comprise au sein de la communauté d'agglomération Limoges Métropole, créée le 22 novembre 2002 en remplacement de la communauté de communes qui s'était constituée un an plus tôt. Cet ensemble, dont la population s'élève à 194 000 habitants, comprend 17 communes. Enfin, l'ensemble Clermont Communauté s'organise en 21 communes autour de Clermont-Ferrand, et rassemble 287 000 habitants. Cette communauté d'agglomération a été créée en décembre 1999 par transformation et extension de la communauté de communes datant du 31 décembre 1993. Tout ceci représente un ensemble de 56 communes présentées dans les cartes et tableaux suivants (figures 7 à 9 ; tableaux IV à VI).

Tableau IV : Population des communes de la communauté d'agglomération de La Rochelle
(Source : INSEE, RP 2006 – Mise à jour février 2009)

(INSEE, 2009)	Nombre d'habitants	Part dans la pop totale (en %)
La Rochelle	80 014	53,1
Angoulins	3 815	2,5
Aytré	8 889	5,9
Châtelaiillon-Plage	6 039	4,0
Dompierre-sur-Mer	5 382	3,6
Esnandes	2 042	1,4
L'Houmeau	2 205	1,5
La Jarne	2 263	1,5
Lagord	7 180	4,8
Marsilly	2 478	1,6
Nieul-sur-Mer	5 792	3,8
Périgny	6 815	4,5
Puilboreau	5 098	3,4
St-Rogatien	1 859	1,2
St-Vivien	886	0,6
St-Xandre	4 607	3,1
Ste-Soulle	3 285	2,2
Salles-sur-Mer	2 056	1,4
TOTAL	150 705	100

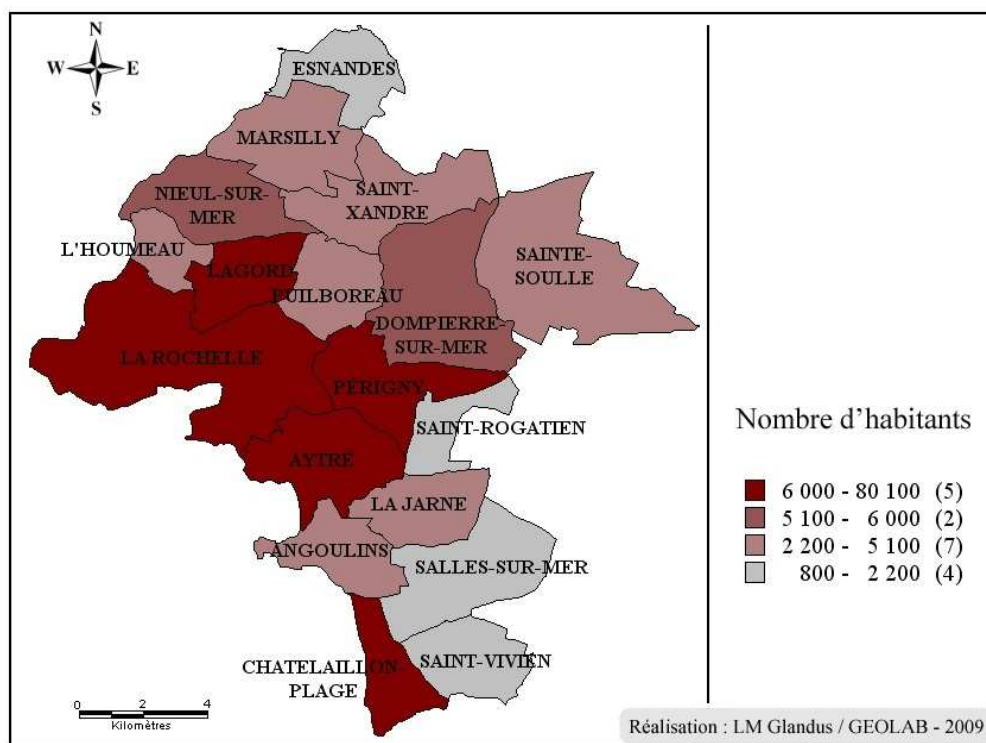


Figure 7 : Répartition de la population par commune au sein de la communauté d'agglomération de La Rochelle
(Source : INSEE, RP 2006 – Mise à jour février 2009)

Tableau V : Population des communes de la communauté d'agglomération de Limoges
(Source : INSEE, RP 2006 – Mise à jour février 2009)

<i>(INSEE, 2009)</i>	Nombre d'habitants	Part dans la pop totale (en %)
Limoges	139 026	71,6
Aureil	835	0,4
Boisseuil	2 491	1,3
Bonnac-la-Côte	1 384	0,7
Condat-sur-Vienne	4 640	2,4
Eyjeaux	1 189	0,6
Feytiat	5 722	2,9
Isle	7 734	4,0
Le Palais-sur-Vienne	5 856	3,0
Panazol	10 270	5,3
Peyrilhac	1 176	0,6
Rilhac-Rancon	4 107	2,1
St-Gence	1 885	1,0
St-Just-le-Martel	2 343	1,2
Solignac	1 482	0,8
Veyrac	1 929	1,0
Le Vigen	2 079	1,1
TOTAL	194 148	100

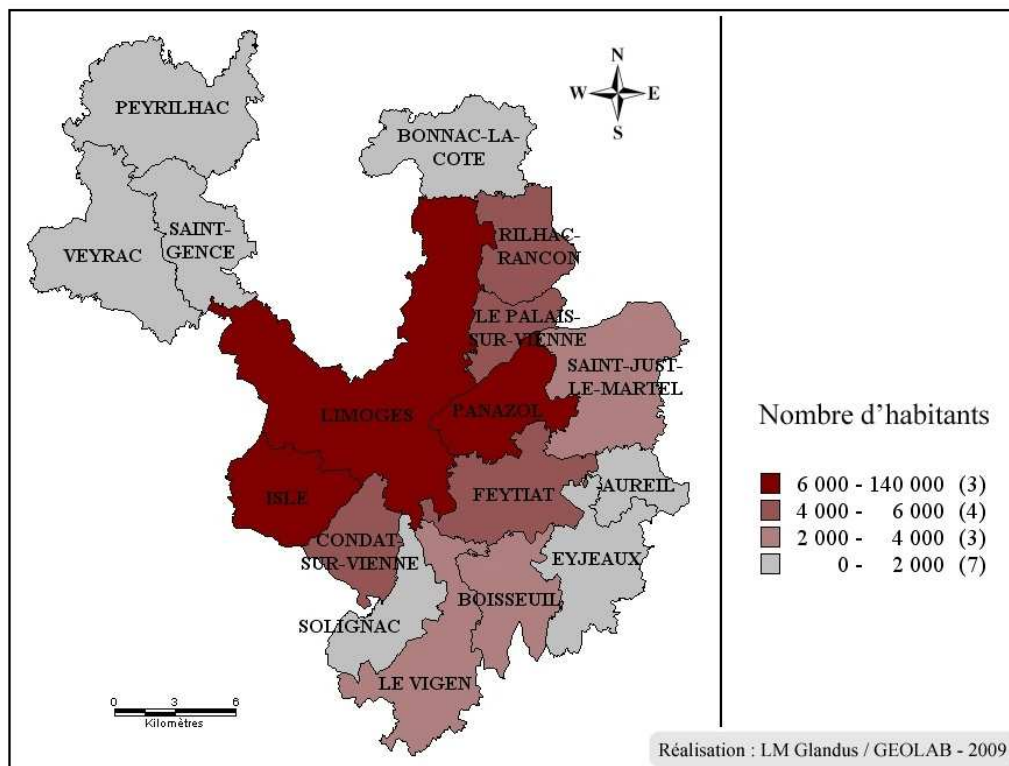


Figure 8 : Répartition de la population par commune au sein de la communauté d'agglomération de Limoges

(Source : INSEE, RP 2006 – Mise à jour février 2009)

Tableau VI : Population des communes de la communauté d'agglomération de Clermont-Ferrand

(Source : INSEE, RP 2006 – Mise à jour février 2009)

(INSEE, 2009)	Nombre d'habitants	Part dans la pop totale (en %)
Clermont-Ferrand	142 449	49,7
Aubière	10 278	3,6
Aulnat	4 378	1,5
Beaumont	11 510	4,0
Blanzat	3 983	1,4
Cébazat	7 914	2,8
Le Cendre	4 777	1,7
Ceyrat	5 653	2,0
Chamalières	18 300	6,4
Châteaugay	3 165	1,1
Cournon-d'Auvergne	18 848	6,6
Durtol	2 015	0,7
Gerzat	10 064	3,5
Lempdes	8 748	3,0
Nohanent	1 905	0,7
Orcines	3 363	1,2
Pérignat-lès-Sarliève	2 675	0,9
Pont-du-Château	10 391	3,6
Romagnat	8 545	3,0
Royat	4 802	1,7
St-Genès-Champanelle	3 143	1,1
TOTAL	286 906	100

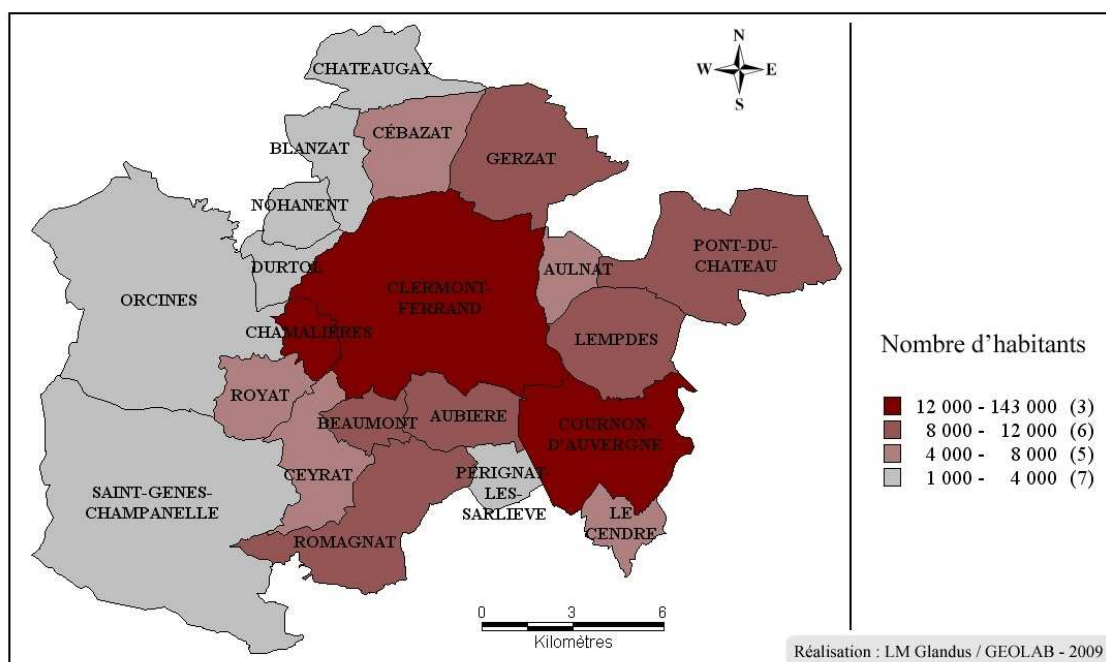


Figure 9 : Répartition de la population par commune au sein de la communauté d'agglomération de Clermont-Ferrand

(Source : INSEE, RP 2006 – Mise à jour février 2009)

La représentation cartographique de la population des trois communautés d'agglomération fait bien apparaître des concentrations urbaines plus importantes sur les communes centres et celles de première couronne. A l'inverse, les bourgs plus éloignés des communes centres regroupent le moins d'habitants. L'attraction de la ville principale (en termes d'emplois, de commerces et de services) est donc évidente, les ménages privilégiant les résidences situées à son voisinage. Les déplacements quotidiens entre ces villes voisines doivent donc être particulièrement importants, ceci laissant *a priori* envisager des dessertes plus nombreuses en transports en commun que dans les communes les plus excentrées.

Cependant, on ne peut considérer ces groupements sans en nuancer les qualités, ces structures ne correspondant pas toujours à une logique territoriale de proximité. L'intercommunalité est, certes, un outil utile, car elle permet de dépasser le clivage urbain-rural aujourd'hui en grande partie gommé par la péri urbanisation, et offre une gestion plus efficace face à la multitude des communes. Mais on peut se demander si l'intercommunalité est véritablement un bon ou un mauvais outil de gestion des transports.

La réponse dépend en réalité de la cohérence de leur organisation. Or, il apparaît clairement que cette dernière repose davantage sur des choix politiques que sur la réalité des modes de vie. Comme l'indiquent Roussel, Charles (2007), « le territoire est devenu, dans le contexte contemporain d'extension sans précédent des mobilités, l'objet d'enjeux qui se sont largement diversifiés mais dont le soubassement reste cependant fondamentalement politique ».

Les communes regroupées au sein des communautés d'agglomération ne sont pas les seules à être concernées par les déplacements automobiles, et les échanges entre périphérie et commune centre dépassent cette échelle d'application. Le périmètre de mise en application des PDU devrait intégrer les communes centres et les communes périphériques, dont la désignation est liée au critère des emplois. Les premières et deuxièmes couronnes péri urbaines réunissent les communes dont respectivement 40% et 25% au moins des actifs travaillent sur le territoire des communes centres. Plus encore, l'aire urbaine a été présentée comme l'espace le plus représentatif des mobilités actuelles. Mais ce territoire, s'il est identifiable et identifié, ne correspond pas aux découpages administratifs et surtout politiques instaurés dans les communautés d'agglomération (figure 10).

Les Schémas de Cohérence Territoriale (SCOT), actuellement en cours d'élaboration sur les trois espaces, sont eux-mêmes institués à un niveau dépassant la communauté d'agglomération, à l'exception de celui de La Rochelle qui se cantonne au périmètre des 18 communes composant la communauté d'agglomération. Le SCOT de Clermont-Ferrand est élaboré par le Syndicat mixte d'Étude et de Programmation de l'Agglomération Clermontoise (SEPA) à l'échelle du Grand Clermont, qui représente 107 communes regroupées au sein de neuf communautés de communes⁶ et de Clermont Communauté. Le PDU a certes été élaboré au niveau de tout ce territoire, mais concrètement, les mises en application des actions déclinées se bornent à la communauté d'agglomération. De la même façon, le SCOT de Limoges est institué au niveau du Syndicat Intercommunal d'Études et de Programmation de l'Agglomération de Limoges (SIEPAL), constitué de 49 communes réparties sur cinq communautés de communes⁷ et Limoges Métropole. Mais les politiques de

⁶ Communautés de communes Allier Comté Communauté, Billom Saint-Dier, Les Cheires, Gergovie Val d'Allier, Limagne d'Ennezat, Mur-ès-Allier, Riom Communauté, Vallée du Jauron, Volvic Sources et Volcans.

⁷ Communautés de communes L'Aurence et Glane Développement, Communes Minières, Monts d'Ambazac Val du Taurion, de Noblat, Pays de Nexon.

transports développées dans le cadre du PDU ne sont pas menées en concertation avec les groupements intercommunaux voisins de la communauté d'agglomération.

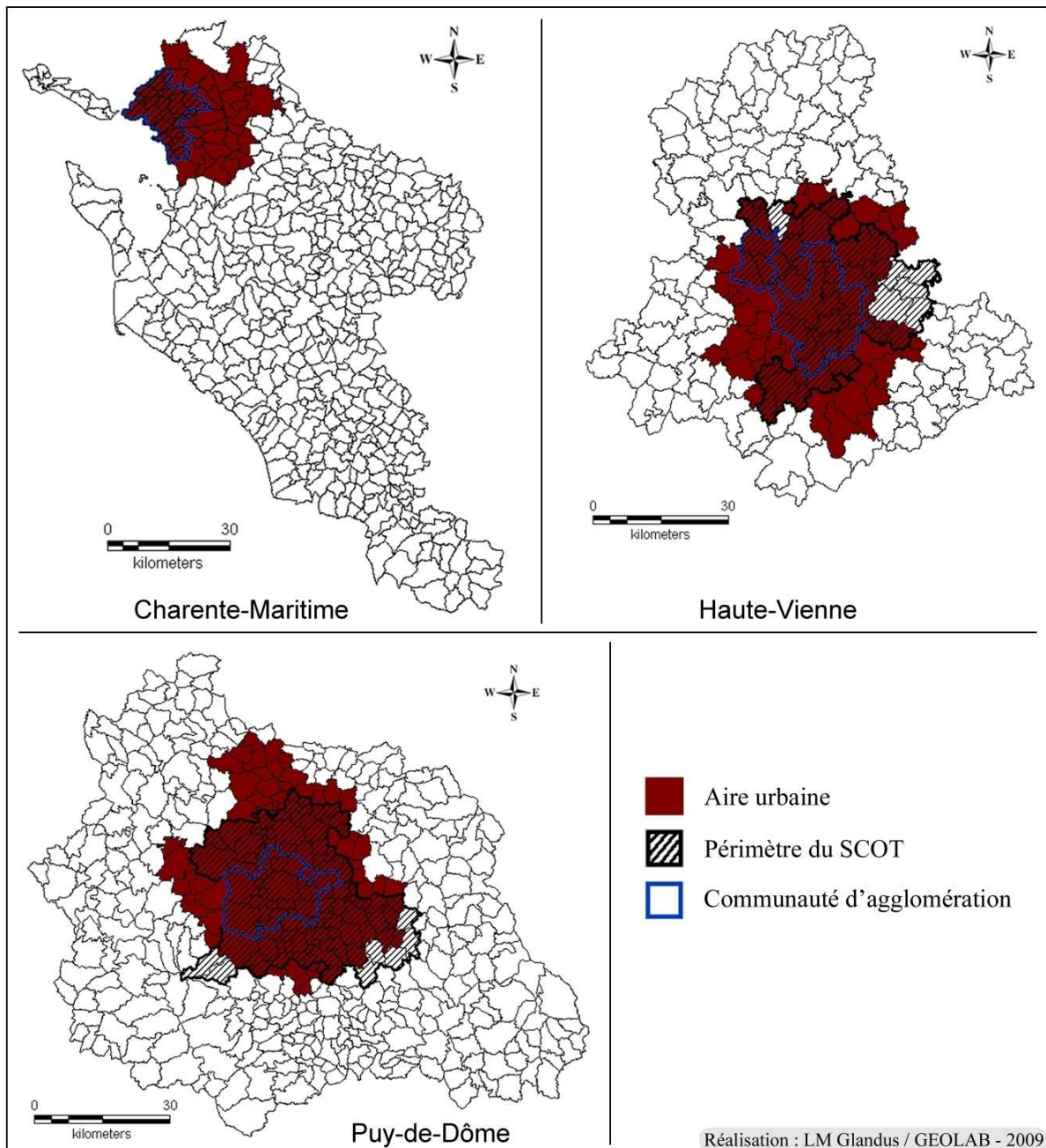


Figure 10 : Découpages politiques des territoires en inadéquation avec les aires urbaines

Les communautés d'agglomération correspondent donc aux agglomérations « morphologiques » mais non aux agglomérations « fonctionnelles » (Mainet, Edouard, 2009). Les aires urbaines, beaucoup plus vastes, englobent de nombreux groupements intercommunaux, non inclus dans la politique des PDU. Même le Grand Clermont et le SIEPAL, qui correspondent aux périmètres des SCOT, possèdent des territoires différents de ceux des aires urbaines et de surfaces inférieures. Se pose donc le problème de la limite des découpages administratifs et institutionnels face à la réalité des espaces vécus par les

habitants. Notamment, la croissance de l'agglomération clermontoise s'étend jusqu'à l'agglomération de Riom au nord, forte de 31 000 habitants et dont plus de 40% des actifs travaillent dans l'aire urbaine de Clermont-Ferrand. Les échanges entre ces pôles sont ainsi nombreux et montrent que concevoir les politiques de transport à l'échelle des communautés d'agglomération ne suffit pas.

Ainsi, depuis 1996 et la création de la LAURE, on peut constater que des progrès ont été réalisés dans le contrôle de la pollution et l'information au public. Mais si le réseau de surveillance, auparavant peu développé, s'est étendu à l'ensemble du territoire, on ne peut éluder les lacunes existantes. Les concentrations mesurées au sein de chaque station ne représentent pas la pollution à laquelle est exposée toute une agglomération, mais plutôt une pollution localisée. De plus, il a déjà été évoqué que les normes fixées peuvent être considérées comme sous-estimant les conséquences sanitaires possibles de la pollution, notamment sur des sujets sensibles à des concentrations plus faibles. Par ailleurs, si l'information s'est élargie, les efforts de sensibilisation des citoyens ne semblent pas suffisants, notamment au regard de l'augmentation du nombre de voitures en circulation. Les informations doivent alors être accompagnées d'actions concrètes au niveau des sources de pollution elles-mêmes, qu'elles soient d'origine automobile ou industrielle. Enfin, compte tenu du manque crucial de prise en compte des logiques d'organisation spatiale des activités et des échanges dans la constitution des communautés d'agglomération, on peut considérer que l'exécution des PDU à cette échelle est une erreur, préjudiciable à l'efficacité des politiques mises en œuvre.

1.3.2. Une intégration progressive dans l'aménagement urbain : la loi SRU

La croissance des mobilités, qui a accompagné depuis plusieurs décennies le développement des agglomérations, conduit à une hausse de la pollution issue de l'utilisation des véhicules particuliers. Dans ce contexte, les questions relatives aux transports alternatifs à la voiture font partie, et doivent faire partie, des principales préoccupations des communautés d'agglomération. Désormais, la qualité de l'air en milieu urbain trouve une place dans les politiques d'aménagement. Le développement des réseaux de transports publics, accompagné d'autres mesures complémentaires (réaménagement de la voirie et du stationnement, développement des modes doux que sont la marche et le vélo), peut constituer un outil dans la baisse de la place de la voiture, et de ce fait entraîner la diminution ou la limitation des émissions polluantes.

Après l'instauration de la LAURE, en 1996, de nouvelles lois ont fait évoluer les principes énoncés. Tout d'abord, la loi du 12 juillet 1999 relative au renforcement et à la simplification de la coopération intercommunale et la loi du 25 juin 1999 relative à l'aménagement et au développement durable du territoire inscrivent le développement durable « comme cadre d'intervention avec un impact sur le champ de l'urbain » (Drobenko, 2002).

Cependant, « l'une des évolutions théoriques les plus significatives dans le champ des villes durables est la loi SRU du 13 décembre 2000 [qui a] profondément modifié le droit français de l'urbanisme » (Drobenko, 2002). Même si elle n'est pas une loi de nature environnementale, elle incite les communes à mettre en œuvre une politique de déplacement au service du développement durable. Avec elle, les transports sont intégrés à la planification urbaine et l'un des objectifs est de « reconquérir le champ urbain, en optimisant ses perspectives d'évolution dans le périmètre urbanisé ».

En particulier, la loi SRU renforce les compétences des PDU en étendant les objectifs qui leur sont attribués. L'article 96 modifie certaines de leurs orientations en précisant que les PDU doivent porter sur :

- l'amélioration de la sécurité de tous les déplacements, en définissant surtout un partage de la voirie équilibré entre les différentes catégories d'usagers ;
- la diminution du trafic automobile ;
- le développement des transports collectifs et des modes moins polluants, notamment les modes doux (bicyclette et marche à pied) ;
- l'aménagement du réseau de voirie d'agglomération en optimisant son usage ;
- l'organisation du stationnement sur voirie et dans les parcs publics (tarification, réglementation de la durée, stationnement des résidents, modalités de stationnement et d'arrêt des véhicules de transport public, de livraison et des taxis), ainsi que la localisation des parcs de rabattement ;
- la rationalisation du transport et de la livraison des marchandises ;
- l'encouragement à établir des plans de mobilités pour les entreprises et collectivités publiques, afin de favoriser l'utilisation des transports en commun et du covoiturage ;
- la mise en place d'une tarification et d'une billettique intégrant tous les déplacements.

Les enjeux des déplacements au sein des agglomérations sont également pris en compte dans le cadre de l'urbanisme commercial. Ainsi, l'article 97 ajoute des critères supplémentaires à l'examen des projets d'équipement commercial, modifiant les dispositions définies dans la loi n° 73-1193 du 27 décembre 1973 d'orientation du commerce et de l'artisanat (dite "loi Royer"), intégrées au Code de commerce depuis une ordonnance de septembre 2000. Les commissions départementales d'équipement commercial doivent dorénavant statuer sur les demandes d'autorisation de création ou d'extension de grandes surfaces commerciales en prenant en considération : « l'impact global du projet sur les flux de voitures particulières et de véhicules de livraison ; la qualité de la desserte en transport public ou avec des modes alternatifs ; les capacités d'accueil pour le chargement et le déchargement des marchandises ».

L'article 99 modifie les modalités d'élaboration et de révision des PDU et met en avant la nécessité de collaboration entre acteurs : « Le plan de déplacements urbains est élaboré ou révisé à l'initiative de l'autorité compétente pour l'organisation des transports urbains sur le territoire qu'il couvre. Les services de l'Etat de même que les régions et les départements, au titre de leur qualité d'autorités organisatrices de transport et de gestionnaires d'un réseau routier, sont associés à son élaboration. Les représentants des professions et des usagers des transports, les chambres de commerce et d'industrie et les associations agréées de protection de l'environnement sont consultés à leur demande sur le projet de plan ».

Dans le même ordre d'idée, l'article 111 autorise la coopération entre autorités organisatrices de transport en s'appuyant sur la création de syndicats mixtes. Ce type de structure a été approuvé à La Rochelle, et plus largement dans tout le département de Charente-Maritime, au sein duquel les Autorités Organisatrices des Transports Urbains (AOTU) majeures se sont unies au sein d'un syndicat mixte de communauté tarifaire destiné à promouvoir l'intermodalité. Grâce à ce type d'organisation, la gestion des transports dépasse l'échelle restreinte du PTU de chaque agglomération en bâtissant une politique plus cohérente avec les mobilités actuelles.

De plus, l'article 113 institue la nécessité d'informer les usagers sur les offres de mobilité.

Enfin, la loi SRU conçoit des politiques urbaines prenant en compte à la fois l'urbanisme, le logement et les déplacements, dans un souci de plus grande cohérence de l'aménagement. Dans ce contexte, elle donne aux nouveaux documents d'urbanisme plus de compétences en matière de déplacements et réprecise les termes de la cohérence entre ces documents et les PDU. L'article 94 modifie les modalités d'élaboration des PDU, en introduisant la nécessité que ceux-ci soient compatibles avec les orientations des Schémas de Cohérence Territoriale (SCOT) : ces documents d'urbanismes s'établissant à l'échelle des agglomérations ont été mis en place par la loi SRU en remplacement des Schémas Directeurs (SD). Les SCOT possèdent donc une "supériorité" juridique sur les PDU, alors que les Plans Locaux d'Urbanisme (PLU), élaborés à l'échelle des communes en remplacement des Plans d'Occupation des Sols (POS), doivent être compatibles avec les SCOT et les PDU (articles 3 et 4). D'autre part, la mise en œuvre des SCOT et PLU doit s'accompagner de celle d'un Projet d'Aménagement et de Développement Durable (PADD), qui a pour mission de fixer « les objectifs des politiques publiques d'urbanisme en matière d'habitat, de développement économique, de loisirs, de déplacements des personnes et des marchandises, de stationnement des véhicules et de régulation du trafic automobile ». (articles L122-1 et L123-1 du Code de l'urbanisme). Les principales thématiques ayant trait à l'aménagement sont donc abordées et le PADD doit répondre aux principes énoncés à l'article L121-1 du Code de l'urbanisme.

La nécessité de cohérence entre urbanisme et déplacements permet de s'attaquer aux origines des problèmes de pollution issue de la mobilité actuelle. Dans le cadre d'une péri urbanisation croissante, il devient désormais nécessaire de maîtriser ce développement péri urbain par le biais de plusieurs actions : renforcer les pôles existants et densifier l'urbanisation autour des axes de transports urbains, diversifier les fonctions urbaines afin de limiter les déplacements et leur longueur, favoriser les modes doux et pour cela, développer les commerces de proximité, les services et équipements dans les quartiers résidentiels. La réalisation de ces objectifs est réservée aux documents d'urbanisme. Les SCOT peuvent imposer la création de dessertes en transports en commun dans le cadre de la réalisation de nouvelles zones d'urbanisation (habitat, équipement commercial et artisanal) ou obliger les communes à développer leur urbanisation au sein des secteurs déjà desservis. De plus, les PLU ont également pour objectif principal la maîtrise de l'urbanisation diffuse et de l'étalement urbain, dont le zonage est la conséquence principale. Le PLU comprend ainsi une zone U, urbaine, déjà urbanisée ou pour laquelle les équipements publics permettent l'urbanisation ; une zone AU, à urbaniser, qui pourra être ouverte à l'urbanisation mais dans des conditions précises ; une zone A, agricole, et une zone N, naturelle et forestière, à protéger pour la qualité des sites, des milieux naturels et forestiers. La zone AU est donc destinée à être urbanisée mais dans le respect d'une logique de desserte en voies de communication. Il faut alors que les réseaux situés à la périphérie immédiate de la zone aient la capacité suffisante pour desservir les constructions à implanter dans l'ensemble de la zone. Le nombre des futures constructions ne doit pas dépasser la capacité des réseaux de communication existants.

Ainsi, les nouveaux documents d'urbanisme ambitionnent de contrôler les constructions désordonnées afin de permettre une meilleure canalisation des automobilistes sur les voies de communication déjà existantes et une diminution de la longueur des déplacements. Il semble alors que ces mesures peuvent avoir, si elles sont appliquées de façon stricte, un impact bénéfique sur la qualité de l'air en agglomération. Toutefois, dans le sens d'une politique de déplacements répondant à des objectifs de qualité de l'air, la maîtrise de l'urbanisation doit s'ouvrir sur une volonté de développement de modes de transport

alternatifs à la voiture. En effet, la concentration des véhicules sur un nombre restreint de voies ne peut qu'accroître les encombrements de celles-ci. Or, la situation actuelle des communes montre que le nombre de trajets effectués par les habitants se trouve déjà dans une phase de croissance liée à celle de la construction. Par exemple, le nombre de certificats d'urbanisme accordés dans les communes de la proche périphérie de Limoges est en augmentation depuis cinq ou six ans. Une ville comme Isle (comptant plus de 7 000 habitants) a vu une augmentation assez importante des constructions de logements. Notamment, les années 1994, 1998, 2000 et 2004 présentent une moyenne de 56 nouvelles constructions par an. Parmi elles, les maisons individuelles sont globalement beaucoup plus nombreuses que les logements collectifs ou sociaux, à l'exception de 2000 et de 2004 où l'implantation de ce type de logement a été assez importante. L'avantage de ces derniers en termes de déplacements réside dans leur localisation. En effet, ils sont généralement bâtis au centre des bourgs et se trouvent ainsi à proximité des voies de communication empruntées par les transports en commun. A l'inverse, les habitats individuels peuvent être situés aussi bien au cœur des villes que dans des espaces plus excentrés et se retrouvent, de ce fait, plus éloignés de la "vie" communale. Ainsi, le nombre de déplacements quotidiens entre les communes périphériques et celle de Limoges est susceptible d'augmenter au cours des prochaines années, contribuant à une dégradation des conditions de circulation. L'évolution de cette situation doit absolument s'accompagner d'une amélioration dans les relations entre la ville et la périphérie : les modes d'échanges sont donc amenés à évoluer.

1.3.3. La technologie et le droit au service d'une limitation des émissions

Si la surveillance de la qualité de l'air s'avère importante et même indispensable, les mesures engagées pour limiter la pollution sont elles aussi primordiales. Les progrès technologiques associés à des outils juridiques peuvent donc contribuer à améliorer l'air dont la qualité est remise en cause.

1.3.3.1. La pollution issue de la circulation routière

Comme le souligne un ancien ministre de l'environnement, Corinne Lepage, « vouloir réduire la pollution de l'air, c'est toucher au mythe de l'automobile, inévitablement » (Lepage, 1998). La voiture est à l'heure actuelle considérée comme le principal responsable de la pollution de l'air au sein des agglomérations. Cette situation est une conséquence d'un fort usage du véhicule particulier mais aussi d'un renouvellement insuffisant du parc ancien. Les petits déplacements peuvent trouver une alternative et sont pourtant nombreux : une fois sur deux, le déplacement fait moins de 3 km (Vennin, Ecolivet, 2000). La pollution d'origine automobile occupant en France la part la plus importante, quelques mesures ont ainsi été prises pour en limiter les émissions.

Tout d'abord, la réglementation récente porte en particulier sur des améliorations techniques des véhicules, les progrès technologiques opérés permettant de limiter, à défaut d'éliminer, les rejets polluants. Ces évolutions opérées dans le secteur de l'automobile, à l'origine d'une grande part des émissions de NOx notamment, ont contribué à une diminution de la pollution. Néanmoins, l'augmentation toujours croissante du nombre de véhicules dans le parc français, comme dans celui des autres pays européens, annihile en partie les chances d'amélioration. En France, le parc de véhicules a augmenté de 25% entre 1988 et 2000, et le renouvellement du parc ancien est insuffisant, les achats de véhicules diesel, plus polluants (en particules fines surtout), étant en outre plus nombreux (Vennin, Ecolivet, 2000). Selon

une enquête SOFRES réalisée en 1998, 83% des Français déclaraient ne plus pouvoir se passer de l'automobile (Dupuy, 1999). De plus, la situation se trouve aggravée par la croissance du trafic de marchandises par la route : le réseau autoroutier s'est en effet accru en Europe depuis les années 1990 au détriment du réseau ferroviaire. Entre 1970 et 1995, la part du trafic ferroviaire dans le trafic intérieur français de marchandises est passée de 43 à 25%. Parallèlement, la part du transport routier a quant à elle progressé : de 47 à 70% (Carrère, 1997). Puis, ces chiffres ont continué d'évoluer jusqu'à atteindre en 2007 des parts modales de 11% pour le trafic ferroviaire et 80% pour le transport routier (<http://www.ifen.fr>). Ainsi, d'après le Centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique (CITEPA), en 2007, la circulation des poids lourds représentait 25% des émissions de NOx au niveau national, contre 19% pour celle des voitures particulières.

Afin de diminuer les émissions des voitures, des normes "Euro" destinées à la commercialisation des véhicules particuliers et légers, ainsi que des véhicules de transports en commun, sont établies au sein de l'Union européenne depuis 1993. L'équipement en pot catalytique des véhicules essence neufs a été rendu obligatoire par une directive européenne (n°91/441/CEE du 26 juin 1991) à partir du 1^{er} janvier 1993. Enfin, les normes Euro 5 rendent obligatoire l'équipement en filtres à particules des nouveaux véhicules diesel à compter de septembre 2009.

Sur les véhicules essence, les moteurs à combustion interne émettent des gaz d'échappement pollués par des espèces chimiques, essentiellement des composés d'azote, en raison d'une combustion imparfaite du mélange air/essence. Afin de les purifier, on utilise un filtre à catalyse (ou pot catalytique) qui par réaction chimique des gaz avec un métal précieux (or ou palladium) permet de dissocier les éléments chimiques purs (dioxyde d'azote, dioxygène, ...) des molécules polluantes. Celui-ci est constitué d'un substrat en cordiérite (une céramique réfractaire) constitué d'un nid d'abeille très fin (jusqu'à 900 cellules par pouce²) revêtu des métaux précieux qui favorisent les réactions chimiques d'oxydoréduction (Guesquiere, 2004). Le catalyseur est monté dans la ligne d'échappement à la sortie du collecteur d'échappement et avant le pot d'échappement. Les gaz traversent ce filtre dont la haute densité de cellules a pour objet d'augmenter la surface d'échange avec les métaux catalyseurs et donc d'accroître l'efficacité de la filtration. L'efficacité du pot catalytique est désormais reconnue puisque le catalyseur permet de réduire fortement les concentrations en composés azotés, monoxyde de carbone et hydrocarbures à l'émission.

Pour les moteurs diesel, les polluants essentiels sont par contre de nature solide : de très fines particules de suie résultant de la combustion incomplète du gazole dans la chambre de combustion. L'épuration se fait alors à l'aide d'un filtre à particules en carbure de silicium poreux dont la taille des pores est inférieure à celle des particules en suspension dans les gaz d'échappement. Ce filtre est constitué de canaux, de dimension supérieure à celle des pots catalytiques, alternativement ouverts à une extrémité et fermés à l'autre (figure 11). Il agit ainsi comme une passoire (par filtration mécanique) pour les gaz qui sont contraints de traverser les parois du filtre pour atteindre le pot d'échappement. L'utilisation du filtre à particules permet quant à elle de retenir environ 99% des particules (Delsey, 2002).

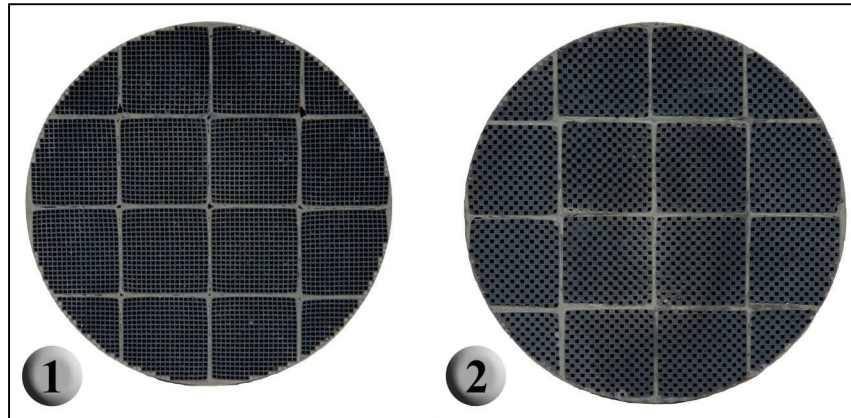


Figure 11 : Filtre à particules

(1- Coupe longitudinale loin des extrémités ; 2- Vue d'une des extrémités du filtre)
(Photos : LM Glandus)

L'amélioration des flottes de véhicules doit aussi passer par l'amélioration des carburants eux-mêmes, dont la combustion imparfaite génère les substances polluantes. Une réglementation récente vise ainsi un autre polluant d'importance dans les émissions des véhicules essence : le plomb. A l'image des autres pays européens, la France a dû se soumettre à une directive européenne (n°98/70/CE) interdisant la commercialisation de l'essence plombée à partir du 1^{er} janvier 2000. Le tétraéthyle de plomb était le principal constituant des agents antidétonants ajoutés à l'essence afin d'empêcher l'explosion prématurée des mélanges air-essence dans les moteurs à combustion interne. On utilise désormais pour accroître l'indice d'octane, à la place du plomb, des composés organiques tels que le méthyle tertiobutyl éther. De plus, les alkyles de plomb, additifs utilisés depuis 1992 dans le but d'augmenter l'indice d'octane de l'essence, ont un pouvoir inhibant sur l'action des métaux précieux utilisés dans les pots catalytiques. Les voitures équipées d'un pot catalytique doivent donc utiliser une essence sans plomb.

Il existe désormais de nouveaux types de carburants possédant de réels avantages environnementaux. Les carburants gazeux que sont le Gaz de Pétrole Liquéfié (GPL) et le Gaz Naturel pour Véhicule (GNV) sont nettement moins polluants que les carburants de type essence ou diesel. Le GPL produit par exemple neuf fois moins de rejets en oxydes d'azote que le gazole et trois fois moins que l'essence (Vennin, Ecolivet, 2000). Les carburants issus de la biomasse, tels que les esters d'huiles végétales et l'éthanol, bénéficient quant à eux de quelques faveurs du gouvernement. Ce dernier entend, en effet, se conformer à une directive européenne imposant de porter la part des agrocarburants dans l'essence et le gazole à 2% en 2005 et 5,75% en 2010 (objectifs apparemment trop ambitieux car n'ayant pas été atteints). Ceux-ci, actuellement deux fois plus chers que l'essence ou le gazole, bénéficient d'exonérations fiscales et sont en particulier exemptés de la TIPP (Taxe Intérieure sur les Produits Pétroliers), ce qui paraît normal compte tenu de leur origine. Néanmoins, la production des agrocarburants est de plus en plus contestée, par les impacts environnementaux et économiques qu'elle induit. Il existe enfin une troisième possibilité, l'énergie électrique, permettant une réduction totale des émissions de substances polluantes et même sonores, mais qui ne peut réellement être proposée que pour des déplacements de courte durée, du moins actuellement.

En outre, la réglementation française engagée dans la lutte contre la pollution d'origine routière touche également la fiscalité. L'une des particularités de la France au sein de l'Europe

résidait notamment dans l'écart qui existait entre le prix de l'essence et celui du gazole, cet écart étant le plus important de l'Union Européenne jusqu'en 1999 (Vennin, Ecolivet, 2000). La taxation du diesel se caractérisait en effet jusqu'à cette date par une fiscalité préférentielle, la TIPP qui lui était appliquée étant moins élevée que pour l'essence. Pourtant, les véhicules diesel, s'ils produisent trois fois moins de monoxyde de carbone et deux fois moins d'hydrocarbures qu'un moteur essence, émettent presque autant d'oxydes d'azote et beaucoup plus de particules. Notamment, plus de 70% de celles-ci ont un diamètre inférieur à 0,3 µm et constituent donc un danger sanitaire important (Dab, Roussel, 2001). Suite à la promulgation de la LAURE en 1996, la loi de finances pour l'année 1999 a mis un frein à cette situation déséquilibrée en décidant qu'une augmentation de la TIPP sur le gazole de sept centimes de francs par litre serait appliquée chaque année sur une période de sept ans. Après un frein à ce plan dès 2001, la hausse de la TIPP a été rétablie et le prix du litre de gazole se rapproche depuis progressivement de celui de l'essence (la marge de raffinage des compagnies pétrolières étant également à l'origine de l'accroissement des prix).

D'autre part, la législation s'engage dans le sens d'une amélioration de la flotte automobile elle-même. Le Code de la route a ainsi évolué suite à la publication de la loi sur l'air de 1996 (article 24). L'article L325-1 du Code de la route permet d'immobiliser voire de retirer de la circulation les véhicules ne correspondant pas à la définition donnée dans l'article R318-1 : « Les véhicules à moteur ne doivent pas émettre de fumées, de gaz toxiques, corrosifs ou odorants, dans des conditions susceptibles d'incommoder la population ou de compromettre la santé et la sécurité publiques ». En outre, l'article L318-2 du Code de la route oblige, depuis la publication de la loi sur l'air, l'ensemble du secteur non concurrentiel (établissements publics, entreprises nationales, collectivités territoriales et leurs groupements) gérant une flotte de plus de vingt véhicules, à acquérir lors du renouvellement de leur parc des véhicules fonctionnant aux énergies alternatives, dans la proportion minimale de 20%. Conformément à cette législation, les villes de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand ont fait évoluer leur flotte de véhicules municipaux. A La Rochelle, cette mutation s'est même opérée avant que cela ne soit rendu obligatoire par la loi : des véhicules électriques sont introduits dès 1986 et des véhicules "propres" sont régulièrement acquis depuis ces années. Ainsi, au début de l'année 2008, 65% du parc de véhicules légers et 71% du parc de véhicules utilitaires légers utilisent une énergie peu ou pas polluante (électricité et GPL essentiellement). A Limoges et Clermont-Ferrand, les services municipaux utilisent des véhicules "propres" fonctionnant au GPL (Gaz de Pétrole Liquéfiés), au GNV (Gaz Naturel Véhicule) ou à l'énergie électrique. Ces ensembles ne composent en 2009 que 20% de chacun des parcs, soit le quota exact imposé par la loi, mais les municipalités envisagent d'accroître ce nombre dans les prochaines années.

Les gouvernements français successifs ont ainsi apporté quelques éléments nouveaux favorisant la lutte contre la pollution de l'air liée à la circulation routière, même si ces mesures ne concernent essentiellement que les flottes de véhicules individuels et non les transports de marchandises. A ce titre, aucun progrès récent n'a été entrepris afin de poursuivre la politique de qualité engagée. Le 8 septembre 2004, le ministre des transports a au contraire annoncé une série de mesures en faveur des transports routiers telles que le maintien de la remise sur la TIPP pour une période de trois ans et le déplafonnement du volume de gazole détaxé. Actuellement, le remboursement d'une partie de la TIPP est toujours accordé pour l'achat de gazole sur le territoire français (pour les véhicules d'au moins 7,5 tonnes), non seulement aux entreprises de transport de marchandises implantées en France, mais également à celles établies dans un autre État membre de la Communauté européenne (article 265 du Code des douanes, modifié par la loi n°2007-1824). De nouvelles améliorations peuvent donc être

apportées dans le domaine des transports routiers comme dans celui de la circulation automobile, les mesures concernant le covoiturage par exemple étant encore limitées en France, comme dans les agglomérations de l'étude, même si elles progressent.

1.3.3.2. La pollution issue des activités industrielles

L'État a également institué des outils de lutte contre la pollution d'origine industrielle, la plus ancienne, mais dont les émissions ont diminué. Dès 1985, le gouvernement met en place la Taxe sur la Pollution Atmosphérique (TPA) dans le cadre du principe pollueur-payeur. Le produit de la TPA permet alors d'alimenter les aides apportées par l'ADEME aux équipements antipollution. Puis, aux termes de la loi de finances pour 1999, la TPA est intégrée dans une nouvelle taxe environnementale, la Taxe Générale sur les Activités Polluantes (TGAP), qui réoriente la fiscalité existante. Les cinq taxes instaurées jusque là sont ainsi supprimées : la TPA, la taxe sur le traitement et le stockage des déchets industriels spéciaux, la taxe parafiscale sur les huiles de base, la taxe d'atténuation des nuisances sonores et la taxe sur le stockage des déchets ménagers et assimilés. La TGAP relative aux installations classées et recouvrée par les services de la DRIRE, vise les établissements privés ou publics, industriels et commerciaux. Cette taxe doit être versée par des entreprises émettant des polluants atmosphériques, leur assujettissement à la taxe devant répondre à au moins un critère sur les trois proposés : installations de combustion de puissance supérieure à 20 MW, installations d'incinération d'ordures ménagères dont le rendement est supérieur ou égal à 3 tonnes par heure et autres installations rejetant plus de 150 tonnes par an de composés soufrés et/ou, protoxyde d'azote, et/ou autres composés oxygénés de l'azote et/ou, acide chlorhydrique et/ou, composés organiques volatiles. Tout polluant concerné entre donc dans le calcul de la taxe selon le coefficient financier suivant : x euros/quantité (en tonnes) rejetée. A chaque polluant est alors attribué un prix (x) à la tonne, les mesures de pollution étant pratiquées à l'émission, en sortie de cheminée, ou à l'occasion d'un bilan ponctuel. Dans cet objectif, le principe de l'autosurveillance a d'ailleurs été défini, reposant sur la responsabilité de l'industriel lui-même. Un arrêté préfectoral précise à ce sujet la nature et la fréquence des mesures que l'exploitant doit réaliser, puis communiquer à l'inspection des installations classées pour la protection de l'environnement. Des contrôles inopinés réalisés par un organisme extérieur agréé peuvent également être réalisés à la demande de l'inspection des installations classées.

Une partie de la taxe prélevée auprès des industriels ou autres entreprises est ensuite versée à l'AASQA dont dépendent les établissements soumis à la TGAP. Cette dernière est considérée comme un système de prévention et de réparation des activités polluantes. Elle est donc censée dissuader des pratiques non respectueuses de l'environnement. Cependant, cet outil tend plus à inciter qu'à obliger et il semblerait alors que les industriels "achètent" en quelque sorte, au travers de cette taxe, un "droit à polluer". En outre, les fonds étant désormais gérés par le ministère des Finances, et non plus par l'ADEME comme auparavant, il apparaît quelques "dysfonctionnements" dans la redistribution de la taxe : l'État a par exemple affecté en 2000 une partie du produit de la TGAP au financement de la politique des 35 heures (Vennin, Ecolivet, 2000).

Ces actions de contrôle sont donc essentiellement dévolues à l'État. En relais à l'échelle locale, les maires et les préfets ont un rôle à jouer dans la protection de l'environnement au travers de leurs compétences de police, mais les pouvoirs des maires sont moindres que ceux attribués aux préfets. Ces derniers détiennent la compétence pour réglementer les conditions d'exploitation des installations soumises à déclaration du fait de leur nature polluante. Le maire peut, quant à lui, ordonner la réparation ou la démolition des

installations nuisantes, son champ d'intervention se limitant bien sûr au territoire de sa commune et son action étant subordonnée au contrôle d'une autorité hiérarchiquement supérieure comme le prévoit l'article L2122-24 du Code général des collectivités territoriales : « Le maire est chargé, sous le contrôle administratif du représentant de l'État dans le département, de l'exercice des pouvoirs de police, dans les conditions prévues aux articles L2212-1 et suivants ».

Enfin, les pollueurs peuvent être mis en cause juridiquement si la pollution atmosphérique générée légitime des actions en responsabilité civile : responsabilité pour faute, dans les articles 1382 (« Tout fait quelconque de l'homme, qui cause à autrui un dommage, oblige celui par la faute duquel il est arrivé à le réparer. ») et 1384 (« On est responsable non seulement du dommage que l'on cause par son propre fait, mais encore de celui qui est causé par le fait des personnes dont on doit répondre, ou des choses que l'on a sous sa garde. ») du Code civil ; également responsabilité pour troubles anormaux de voisinage, bien que l'expression "troubles anormaux" puisse parfois conduire à une évaluation assez subjective. Ainsi, de nombreuses affaires ont été jugées en cour de cassation : par exemple, un cas d'émissions de dioxyde de soufre par une centrale thermique supérieures aux valeurs limites à Strasbourg en 1995, ou encore un cas, en 1994, d'émissions par une centrale de chauffage thermique de fumées, poussières et odeurs (Vennin, Ecolivet, 2000).

Cependant, si les condamnations peuvent éventuellement avoir un effet dissuasif sur les pollueurs, la responsabilité civile comporte quelques limites annulant alors la faute des accusés. L'imputabilité du dommage avec toutes les preuves requises n'est en effet pas toujours possible car les sources de pollution peuvent être multiples à un même endroit et, dans ce cas, il s'avère difficile de déterminer précisément quel pollueur est à l'origine de telle(s) ou telle(s) émission(s). De plus, la théorie de pré-occupation ne permet pas la réparation demandée si les activités à l'origine des dommages causés aux occupants d'un bâtiment étaient installées antérieurement à ceux-ci.

Le traitement des problèmes en amont, à la source même de la pollution, apparaît comme la meilleure solution, car alerter la population et les préfetures en cas d'épisodes de concentration en polluants trop importante ne suffit pas. L'État, subordonné à l'Union européenne et relayé au plan local par les collectivités territoriales et les groupements intercommunaux, a un rôle évident à jouer. Les citoyens pourraient également avoir une influence, via l'adoption de nouveaux comportements de déplacements. A ce titre, la prise en compte de la qualité de l'air dans les nouvelles politiques d'urbanisme peut laisser envisager, si les informations transmises à la population sont suffisamment convaincantes, une limitation de la pollution d'origine automobile.

1.3.4. Une lutte parallèle contre la pollution locale et l'effet de serre

Si ces deux dernières décennies se caractérisent par l'instauration progressive de réglementations visant à contrôler, et éventuellement réduire, les émissions de polluants atmosphériques, d'autres événements ont marqué cette période. À une tout autre échelle, des conférences internationales ont parallèlement été instaurées dans le but de répondre à une préoccupation à la fois voisine et différente de la pollution atmosphérique : le réchauffement climatique. La pollution de l'air ambiant se caractérise en effet par des concentrations en polluants variables, qui dépendent fortement de la quantité et du déplacement, dans les basses couches de l'atmosphère, des substances émises. Nombreux sont les facteurs pouvant influencer les teneurs en polluants : tout cela fait de la pollution atmosphérique un phénomène complexe, difficile à cerner du fait de sa non visibilité dans certains cas et de sa grande aptitude à se déplacer d'un endroit à un autre. Aujourd'hui, la manifestation de pollution

planétaire qu'est l'effet de serre est la plus médiatisée car à l'origine de bouleversements de grande ampleur. Pourtant, les pollutions locales, moins connues du grand public, présentent des enjeux non négligeables en termes de santé publique et d'économie. La place de la pollution atmosphérique est donc à conquérir face à la question de l'effet de serre

1.3.4.1. La pollution atmosphérique : un phénomène complexe à plusieurs échelles

La pollution atmosphérique suit un fonctionnement réglé par les émissions et la dynamique atmosphérique.

La première étape d'une pollution de l'air s'établit, bien sûr, au travers des émissions de polluants primaires par les multiples sources existantes. Ensuite se produit une transformation chimique et photochimique de certains polluants, conduisant à la formation de polluants secondaires tels que l'ozone. Puis ces substances se retrouvent soumises à un processus mécanique permettant leur transport, horizontal et vertical, leur mélange et leur dilution (Masclat, 2005) ; durant cette étape, des transformations peuvent également se produire. Enfin, les polluants primaires n'ayant pas subi de transformation et les polluants secondaires entrent dans une phase de dépôt. Cette phase intervient plus ou moins tôt selon les substances, car certaines, telles que le dioxyde de carbone, le méthane et les chlorofluorocarbures, ont une durée de vie très longue dans l'atmosphère (plusieurs années, voire un siècle pour les chlorofluorocarbures). Les dépôts peuvent être secs ou humides. Les dépôts secs dus à la gravité concernent les particules de diamètre supérieur à 10 μm : leur densité les conduit généralement à se déposer à proximité de leurs lieux d'émission, notamment dans le cas de vents faibles (Janoueix-Yacono, 1993). Pour les particules plus petites et les gaz, la turbulence (due surtout à l'instabilité thermique de l'atmosphère) augmente la vitesse de dépôt. Les dépôts humides sont, quant à eux, liés aux lessivages par les précipitations. Deux processus peuvent dans ce cas être identifiés (Janoueix-Yacono, 1993) : l'incorporation des polluants aux gouttes d'un nuage, suivie de précipitations lorsque les gouttes sont suffisamment lourdes et le lavage de l'atmosphère située en-dessous des nuages par les précipitations, ce processus étant considéré comme le plus néfaste. C'est par exemple ce dernier qui intervient dans le phénomène des pluies acides (par dissolution des gaz CO_2 , SO_2 et NO_x).

Plusieurs échelles sont identifiées dans le cadre de la pollution atmosphérique. L'échelle locale est la plus importante car s'y produisent « les émissions concentrées des polluants » (Janoueix-Yacono, 1993). A ce niveau, la concentration en polluants dépend de la turbulence (qui correspond à des mouvements verticaux) et de la vitesse du vent (qui correspond à des mouvements horizontaux). Dans le cas de vents faibles ou inexistantes, la structure verticale de la couche-limite planétaire, caractérisée par la turbulence (par convection naturelle ou convection forcée), devient primordiale. La structure de cette couche qui s'étend sur 1 ou 2 km au-dessus de la surface du sol, varie avec l'ensoleillement et la nature du substratum. Des pics de pollution peuvent survenir, en lien avec les conditions météorologiques et la topographie, qui peuvent favoriser l'accumulation des polluants ou gêner leur dispersion.

L'échelle interrégionale (ou synoptique) est quant à elle concernée par des transports ponctuels sur de longues distances de polluants émis localement. Cette pollution, éventuellement transfrontalière, dépend donc de la direction des vents par rapport aux sources d'émissions. La pollution acide se déplace par exemple sur des centaines, voire des milliers de kilomètres depuis son lieu d'émission. Les polluants migrent au sein des courants

atmosphériques et, en s'agrégeant à l'eau atmosphérique, forment des brouillards ou des pluies acides. La pollution peut donc avoir des répercussions loin de ses sources d'émissions ; cette situation peut soulever des problèmes juridiques entre plusieurs États quant aux responsabilités à imputer à chacun. D'autre part, l'ozone troposphérique peut lui aussi être déplacé sur de longues distances et ses concentrations dépendent en partie des conditions météorologiques synoptiques (Bavay, Roussel, 1992 ; Comrie, 1994 ; Cheng, 2001 ; Koffi, 2002 ; Leriche, 2003). Par exemple, les principaux épisodes récents de pollution photochimique qu'ont connu à la fois la France et divers pays d'Europe (en août 2003 et juillet 2006) relèvent de l'existence persistante de conditions anticycloniques à l'échelle de l'Europe (Martin, 2008). Enfin, la pollution se perçoit à l'échelle mondiale, notamment au travers d'un phénomène médiatisé tel que l'effet de serre.

Le phénomène planétaire qu'est l'effet de serre se trouve de plus en plus au cœur de l'information actuelle et tient sa place dans les grands rassemblements internationaux, même si les décisions d'envergure destinées à le limiter tardent à être prises. Il est malgré tout nécessaire de rappeler que l'effet de serre constitue un phénomène naturel, indispensable à la vie car sans lui, la température moyenne sur terre ne serait que de -18°C . La présence des gaz à effet de serre (dioxyde de carbone, méthane, vapeur d'eau, protoxyde d'azote, ozone et chlorofluorocarbures) dans la troposphère permet l'absorption du rayonnement infrarouge terrestre, ceci contribuant à une augmentation de la température. Mais la croissance des émissions anthropiques de gaz à effet de serre (GES) depuis la fin du XIX^{ème} siècle – en lien notamment avec le développement de l'industrie et du transport – a entraîné un renforcement de l'effet de serre naturel, et de ce fait un réchauffement de la planète. Plus particulièrement, une rapide augmentation des concentrations en dioxyde de carbone et en méthane depuis 1850 environ a été constatée. Les teneurs en méthane auraient plus que doublé en 150 ans, faisant de ce gaz le second GES d'origine humaine, après le dioxyde de carbone (Schmidt, 2004 ; Hansen, 2004). En conséquence, une hausse des températures à la surface du globe a été notée depuis plusieurs années et les prévisions des climatologues du GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat) indiquent que ce réchauffement entraînera un changement climatique global. Bien qu'il existe des contrastes d'une latitude à l'autre, la hausse moyenne de la température générale de la planète depuis un siècle est estimée à $0,6^{\circ}\text{C}$ (Poitou, 2003 ; Godard, Tabeaud, 2004). La décennie 1990 apparaît notamment comme la plus chaude de l'histoire de la météorologie, et peut-être même depuis l'époque médiévale. Le troisième rapport du GIEC, daté de 2001, considère même que « le réchauffement du XX^{ème} siècle est sans équivalent depuis 10 000 ans » (Godard, Tabeaud, 2004). Les manifestations seront diverses et sont même déjà visibles en certains points de la planète : diminution de la surface et de l'épaisseur des glaces des hautes latitudes et des glaciers continentaux, hausse du niveau des océans, modification des régimes pluviométriques. Ces bouleversements rapides sont ainsi appelés à perturber non seulement les écosystèmes, mais aussi les conditions de vie de certaines populations.

La plupart des États a voulu prendre en considération ce problème aux enjeux mondiaux au travers de grands rassemblements internationaux tels que le Sommet de la Terre de Rio en 1992, puis les conférences de Kyoto en 1997, de Buenos Aires en 1998, de Nairobi en 2006, de Bali en 2007, de Poznan en 2008 et de Copenhague en 2009. Toutefois, même si un manque d'implication des États dans la baisse des émissions de GES, pour des raisons économiques, ressort globalement de ces réunions, le réchauffement de la planète n'en reste pas moins un sujet très médiatisé. L'effet de serre éclipe les enjeux liés à la pollution de l'air, pourtant plus perceptible car s'établissant à l'échelle locale. Aux yeux du grand public, la pollution atmosphérique correspond souvent à l'effet de serre et les politiques environnementales actuelles se résument bien souvent à la réduction des émissions de dioxyde de carbone, principal GES, en négligeant de prendre en compte les polluants classiques et

mineurs. L'exemple le plus récent en France est la volonté d'introduction, dans le projet de loi de finances pour 2010, de la taxe carbone. Dans la première version proposée, mais rejetée par le Conseil Constitutionnel, les ménages et les entreprises non concernées par le système européen des quotas de CO₂ étaient les seuls à être assujettis à cette taxe qui s'appliquait aux énergies fossiles (pétrole, gaz, charbon). Si la deuxième version propose la taxation des industries très polluantes, le premier objectif affiché est d'inciter les Français à réduire leur consommation d'énergie, notamment celle générée par le trafic automobile. Mais dans ce dernier cas, il semblerait utile que les recettes de la taxe soient en grande partie utilisées comme aide au financement de transports en commun dans les agglomérations. Ceci pourrait non seulement avoir un effet sur les émissions de dioxyde de carbone, principal GES, mais également sur l'ensemble des émissions polluantes et permettre un gain de qualité de l'air.

1.3.4.2. Des enjeux de pollution minorés dans le contexte de l'effet de serre

Les rassemblements internationaux relatifs au réchauffement climatique et la LAURE française ont donné naissance à deux principaux outils destinés à la gestion des émissions à l'échelle locale : l'Agenda 21 et le PDU. Mais quelle peut être la place des PDU face aux Agendas 21 dans un contexte médiatique favorable à l'effet de serre ?

La mise en place des PDU a été rendue obligatoire il y a un peu plus d'une décennie, alors que les enjeux de développement durable et d'effet de serre n'occupaient pas encore une place prépondérante dans les questions environnementales. La réalité des faits semble aujourd'hui paradoxale puisque les problèmes de pollution sont souvent délaissés dans les agglomérations moyennes, alors que les documents pouvant répondre à ces problèmes existent. Par opposition, les concentrations en dioxyde de carbone dans l'atmosphère, à l'origine de l'accroissement de l'effet de serre, sont au centre des discours environnementaux bien qu'aucun document ne soit opérationnel à l'échelle locale. Seuls les Agendas 21 ont été créés pour répondre à ce problème. Ceux-ci sont issus du Sommet de la Terre de Rio, conférence organisée en 1992 sous l'égide des Nations Unies. Le programme d'actions "Agenda 21" adopté à cette occasion préconise entre autres la réalisation d'Agendas 21 à l'échelle locale (ville, communauté d'agglomération, département ou région). La ville de Limoges a élaboré un Agenda 21 qui a été approuvé en 2005. Puis elle a été suivie dans cette démarche par la communauté d'agglomération Limoges Métropole qui a validé son document en 2008. A Clermont-Ferrand, seule la ville s'est engagée dans la rédaction d'un Agenda 21 dont la première version date de 2003. Celle-ci a été actualisée et une nouvelle version a été éditée en 2006. Toutefois, ni la ville de La Rochelle, ni la communauté d'agglomération, n'ont élaboré ce plan d'actions, la conception de l'Agenda 21 de la ville débutant tout juste en 2009. Ce choix semble paradoxal compte tenu des engagements écologiques de La Rochelle depuis les années 1980.

Ces documents, élaborés sur la base d'une concertation entre partenaires institutionnels, acteurs économiques et associations, définissent les orientations des communes dans une multitude de domaines, parmi lesquels : l'énergie, l'agriculture, la biodiversité, la gestion des déchets, la qualité de l'eau et de l'air, la valorisation du patrimoine bâti, la solidarité. Les thèmes abordés sont donc nombreux et variés. Plus particulièrement, ces Agendas 21 ouvrent les problèmes de pollution atmosphérique à l'effet de serre et à la gestion de l'énergie. Au sein de ces thématiques, plusieurs objectifs correspondent à ceux formulés dans les PDU des agglomérations : la maîtrise de l'urbanisation, la valorisation des transports en commun et des modes doux, la promotion de l'inter modalité, l'organisation des livraisons en centre-ville, la mise en place de Plans de Déplacements d'Entreprise et le

développement du covoiturage. Aucune concurrence n'apparaît donc entre ces deux plans, les Agendas 21, rédigés postérieurement aux PDU, intégrant les principaux projets de ceux-ci.

L'existence d'une coordination entre ces deux outils semble alors logique, car si leurs objectifs principaux ne sont pas exactement similaires, leur action phare est la même : réduire la place des transports motorisés individuels. Les PDU ont eux pour but la réduction des émissions polluantes ayant des impacts nocifs à l'échelle locale. Les Agendas 21 visent particulièrement à limiter la consommation de l'énergie fossile qu'est le pétrole face à sa pénurie annoncée et ont pour but de contribuer à la baisse des émissions de CO₂ dont la trop forte présence est à l'origine de l'accroissement de l'effet de serre à l'échelle globale.

Cependant, la concertation entre ces politiques est limitée par la nature même des Agendas 21. En effet, ils constituent plus un état de pensée, des propositions qu'il serait bon de mettre en application qu'un véritable plan d'actions établissant des échéances précises. Comme indiqué dans l'Agenda 21 de Limoges Métropole, ce document « ne possède aucun caractère prescriptif ou réglementaire » et représente « l'illustration d'une philosophie qui doit guider chacune des décisions d'élu ». Les projets qui y sont proposés relèvent donc plus de l'ambition que d'une réelle volonté de mise en œuvre de la part des acteurs. A l'inverse, les PDU forment davantage un cadre réglementaire et réglementé. Or, ceux-ci trouvent difficilement leur place face aux enjeux actuels d'effet de serre et de consommation énergétique, la thématique de la pollution de l'air étant beaucoup moins médiatisée que les précédentes. Ces nouvelles problématiques ont ainsi tendance à marginaliser ces documents, notamment dans les agglomérations moyennes où la pollution atmosphérique reste modérée. Pourtant, les actions des PDU peuvent apporter la réponse à ces deux enjeux : réduire les émissions polluantes et la consommation énergétique à l'origine des concentrations en CO₂. Il serait donc nécessaire que ces documents fusionnent puisque leur finalité est la même, ou du moins que les plans de déplacements urbains soient révisés à la lumière de ces nouvelles questions. Ceci pourrait leur permettre de gagner en crédibilité et de faire une place à la pollution de l'air dans les enjeux environnementaux actuels.

L'effet de serre et la pollution de l'air comportent des points communs forts : les sources d'émissions sont les mêmes et l'ozone, polluant problématique à l'échelle urbaine, est aussi un gaz à effet de serre. Le lien va même au-delà puisque le réchauffement climatique attendu risque de provoquer davantage d'épisodes caniculaires (comme celui que la France a connu en 2003), qui accroissent la formation d'ozone. Il est donc nécessaire de mener un combat commun face à ces deux problèmes. Comme le précise l'association de surveillance Airparif (2009), le moyen le plus efficace de lutter contre eux consiste à agir en faveur d'une réduction de la consommation énergétique. Cependant, certaines actions efficaces sur l'un peut être néfaste pour l'autre. A titre d'exemples, le système de bonus-malus appliqué aux rejets automobiles de dioxyde de carbone a pour conséquence de favoriser le recours aux véhicules diesel (qui consomment moins de carburant et émettent de ce fait moins de CO₂). Mais ceux-ci, sans équipement antipollution adapté, sont à l'origine d'une plus grande pollution particulaire que les véhicules à essence. A l'inverse, si la réduction des rejets industriels d'oxydes d'azote est bénéfique pour la qualité de l'air, elle entraîne une plus grande consommation d'énergie et davantage de rejets de CO₂. Ainsi, face à ces enjeux, il devient essentiel d'établir une gestion intégrée et synchronisée de la pollution atmosphérique et du réchauffement climatique. C'est notamment ce que prévoit le Grenelle de l'environnement de 2007 avec l'élaboration de "Schémas régionaux du climat, de l'air et de l'énergie". Ceux-ci sont mentionnés dans l'article 23 du projet de loi portant engagement national pour l'environnement, dit Grenelle 2. Leurs orientations visent à atténuer les effets du changement climatique, à prévenir ou réduire la pollution atmosphérique et à fixer les objectifs à atteindre en matière de valorisation du potentiel énergétique terrestre. Ces schémas

sont appelés à remplacer les Plans Régionaux pour la Qualité de l’Air (PRQA) issus de la loi sur l’air de 1996. Cependant, ces objectifs, de même que les thématiques relatives aux transports évoquées dans le Grenelle de l’environnement, sont davantage traités sous l’angle des émissions de gaz à effet de serre – du principal d’entre eux surtout, le dioxyde de carbone – que de la pollution atmosphérique dans son ensemble.

Il reste désormais à voir ce qui sera réellement mis en place dans les prochaines années et si les deux sujets seront considérés sur un même plan. Si le réchauffement climatique issu de l’intensification de l’effet de serre a des répercussions mondiales, la pollution atmosphérique locale touche des domaines similaires : les secteurs de l’industrie et de l’habitat, mais aussi et surtout, celui des transports.

Conclusion du chapitre 1

La pollution de l’air résulte des effets néfastes d’un nombre élevé de substances polluantes dont les émissions, puis le transport et les éventuelles transformations dans l’atmosphère, déterminent les niveaux mesurés par les associations locales de surveillance. Les enjeux qui en découlent sont nombreux, notamment en termes sanitaires. Pour y faire face, des instruments juridiques et techniques ont progressivement été mis en œuvre, permettant de contrôler et de limiter, à défaut d’éradiquer, les émissions nocives issues essentiellement du trafic routier et, dans une moindre mesure, de l’activité industrielle et du chauffage domestique. Si la circulation automobile urbaine des villes moyennes n’apparaît pas comme un enjeu public majeur, ne générant pas le trafic extrêmement dense que connaissent les grandes villes, elle ne peut malgré tout être reléguée à un rang secondaire. Les émissions de polluants, qui en sont aujourd’hui majoritairement issues, ont des conséquences sanitaires avérées. Les impacts de la pollution atmosphérique dans ces zones urbaines est donc le même que celui existant dans les grandes villes du pays, même s’ils se manifestent dans des proportions moindres. Ainsi, la mise en œuvre de politiques urbaines destinées à mieux gérer l’organisation des transports et l’organisation de l’espace semble trouver une place non usurpée. Mais dans le contexte urbain actuel impliquant fortement les mobilités automobiles dans la pollution atmosphérique, il devient de plus en plus nécessaire d’intégrer la gestion des transports à l’aménagement urbain. Cette volonté s’est concrétisée par le recours à des outils que sont les PDU, généralisés par la loi sur l’air de 1996 et les nouveaux documents d’urbanisme (SCOT et PLU), créés par la loi SRU de 2000. L’étude des politiques urbaines permettra alors d’évaluer la mise en application réelle de ces ambitions à l’échelle des communautés d’agglomérations de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand. Si une certaine similitude existe entre ces trois agglomérations caractérisées par une péri urbanisation générant un fort recours à l’automobile et une industrialisation assez faible, des distinctions peuvent également être faites quant aux spécificités naturelles de chaque espace, pouvant influencer sur les concentrations de la pollution, et quant aux investissements politiques locaux. Ceux-ci sont en effet contrastés et s’inscrivent, on l’a vu, dans des territoires plus ou moins cohérents.

Chapitre 2. La pollution de l'air à l'échelle locale, du littoral atlantique au Massif central

Les niveaux de pollution atmosphérique à l'échelle locale sont fortement dépendants des émissions, essentiellement issues du trafic routier et des activités industrielles. Mais ils dépendent également de facteurs naturels, tels que les conditions climatiques et topographiques, ainsi que de facteurs conjoncturels comme l'organisation des agglomérations et les politiques environnementales mises en œuvre. Les trois agglomérations étudiées présentent une organisation urbaine relativement similaire, conséquence de l'étalement urbain qui a touché l'ensemble du territoire depuis les années 1960, et elles appartiennent également à des espaces assez peu marqués par l'industrialisation. Ces points communs, permettant une comparaison plus aisée entre les trois espaces, suggèrent que les niveaux de pollution doivent être assez semblables. Pourtant, ces similitudes doivent être nuancées et il apparaît que ces sites possèdent des différences propres à leur localisation et leur histoire, aussi bien en termes de conditions climatiques et topographiques que d'aménagements urbains et d'engagements environnementaux. Une logique ouest-est peut alors être dégagée : de La Rochelle, ville du littoral atlantique caractérisée par un climat océanique et un paysage assez plat ; à Clermont-Ferrand, bassin intramontagnard situé au cœur du Massif central, à la charnière de la zone climatique océanique ; en passant par Limoges, site limousin présentant un paysage de collines et un climat océanique altéré. Une gradation se dégage donc quant aux conditions de dispersion des polluants, à laquelle s'ajoutent des usages contrastés des modes de transport, une présence industrielle et des investissements politiques inégaux. Ainsi, tous ces caractères divergents sont susceptibles d'entraîner des contrastes dans les concentrations polluantes locales.

2.1. Des caractères urbains relativement similaires

L'ensemble des villes françaises a connu une modification de sa morphologie, avec des spécificités propres à chaque contexte local. L'étalement urbain qui caractérise cette évolution a profondément modifié les mobilités, conduisant à donner au véhicule particulier un rôle fondamental dans l'organisation des agglomérations. C'est aussi sur la généralisation de l'automobile que se sont appuyées ces dernières pour la répartition de leurs pôles d'habitation et d'activités. La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand présentent des caractéristiques voisines de population. Si ces trois villes sont dissemblables du point de vue du nombre d'habitants (La Rochelle se détachant des deux autres avec un ensemble beaucoup moins peuplé), elles sont intégrées au sein de vastes espaces urbanisés rassemblant entre 150 000 et 290 000 habitants, marqués par la péri urbanisation et les nombreuses mobilités automobiles qui en découlent. Les habitants de ces trois agglomérations montrent alors un recours prédominant, même si inégal, à la voiture pour leurs déplacements quotidiens. Cet usage repose en grande partie sur une vision positive de ce mode, adapté aux besoins de déplacements d'aujourd'hui. Les autres moyens de transport, et particulièrement les transports en commun, ont quant à eux subi une grande baisse de leur attractivité, dont la relance se trouve au cœur des préoccupations des PDU. Ces modes, s'ils apparaissent plus contraignants que l'automobile aux yeux des usagers, présentent cependant des avantages environnementaux notables. Toutefois, si le trafic automobile est devenu, comme partout

ailleurs, la principale source de pollution, les espaces étudiés ne comptent pas parmi les plus pollués du pays.

2.1.1. Un mode de déplacement largement privilégié : la voiture individuelle

Les usages quotidiens des habitants sont observables non seulement dans les recensements de population effectués par l'INSEE, mais encore dans les Enquêtes Ménages Déplacements (EMD) réalisées par les communautés d'agglomération. Des EMD ont été menées à Clermont-Ferrand en 2003⁸ et à Limoges en 2005-2006⁹ dans le but d'établir un PDU sur la base de connaissances des habitudes de déplacements des habitants. Toutefois, l'agglomération de La Rochelle n'a pas effectué d'EMD et une enquête de ce type devrait être menée à l'occasion de la réalisation du prochain PDU.

Les EMD permettent de décrire les caractéristiques des déplacements des habitants de l'agglomération, dans le but « d'améliorer la gestion des territoires et des flux de circulation, en adaptant les politiques de transport, de planification, d'aménagement du territoire et surtout en facilitant l'articulation » (Limoges Métropole, 2006). La réalisation de ces enquêtes s'appuie sur une méthodologie établie par le Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques (CERTU), ceci permettant de réaliser des comparaisons entre agglomérations. Le questionnaire standard comprend notamment une fiche relative aux déplacements, recensant tous les déplacements effectués la veille du jour d'enquête par chaque personne interrogée. Une fiche "opinion" est également soumise à une personne de chaque ménage âgée de plus de 16 ans. Puis des questions locales complètent le questionnaire standard.

Au sein de l'agglomération clermontoise, l'enquête révèle que le taux de motorisation a augmenté depuis 1992 (année de la précédente enquête), témoignant de la hausse de la place de la voiture dans les déplacements réguliers. Des contrastes existent quant à la possession de la voiture ; aussi bien à Limoges qu'à Clermont-Ferrand, la motorisation des ménages augmente en s'éloignant de la commune centre. A Clermont-Ferrand, 27% des ménages ne possèdent aucun véhicule, alors que ce chiffre atteint seulement 7% en moyenne sur les communes de deuxième couronne. Au centre-ville de Limoges, 59% des ménages possèdent un seul véhicule et 26% n'en possèdent pas du tout. A l'inverse, dans les communes de première couronne, 59% des ménages possèdent deux véhicules et plus ; ce chiffre passant à 69% au sein des communes de deuxième couronne. Cette possession de la voiture est notamment très présente dans les ménages composés de trois personnes et plus. L'usage de la voiture semble donc indispensable pour les familles, alors que près d'un tiers des personnes seules ne possède pas de véhicule particulier.

⁸ L'EMD de Clermont-Ferrand s'est déroulée sur un total de 58 communes représentant 343 000 personnes réparties en 155 000 ménages. L'aire de l'enquête s'étend donc bien au-delà des 22 communes du PTU de Clermont-Ferrand.

⁹ L'EMD de Limoges s'est déroulée sur un total de 22 communes représentant 206 000 habitants répartis en 96 500 ménages. Les communes choisies pour l'enquête ménages ne relèvent pas que de Limoges-Métropole et 5 autres communes ont été soumises à l'enquête : Couzeix et Nieul (communauté de communes L'Aurence et Glane Développement) ; Aix-sur-Vienne et Bosmie-l'Aiguille (communauté de communes du Val de Vienne) ; Ambazac (communauté de communes des Monts d'Ambazac et Val du Taurion). Ces dernières ont été intégrées car elles possèdent une gare TER sur leur territoire communale et l'enquête a été financée à hauteur de 10% par le Conseil Régional du Limousin.

En conséquence, la voiture est plébiscitée sur l'agglomération de Limoges comme sur celle de Clermont-Ferrand, avec des différences selon les déplacements effectués. Ceux-ci obéissent à diverses finalités, dont on peut en retenir quatre principales : domicile-travail ; domicile-études ; domicile-achats ; domicile-loisirs. Les déplacements domicile-travail sont essentiellement effectués en voiture (à hauteur de 80%), alors que les transports en commun ne sont utilisés dans ce cadre qu'à hauteur de 5% environ. Leur part augmente cependant dans les déplacements domicile-études (25% environ). L'EMD de Clermont-Ferrand révèle que les scolaires et étudiants sont les principaux utilisateurs des transports collectifs urbains puisqu'ils représentent 53% du public total. Il est vrai que les étudiants résident souvent en centre-ville, zone la mieux desservie par le réseau de transports en commun, ou à proximité de leur établissement d'études, ceci facilitant les déplacements sans voiture. Pour les déplacements destinés aux achats et surtout aux loisirs, la voiture est largement préférée aux autres modes, notamment les transports collectif.

Par ailleurs, l'EMD de Limoges précise que seulement 15% des déplacements en voiture se font avec des passagers autres que le conducteur. De nombreux trajets s'opèrent donc avec un conducteur seul, ce qui implique un usage peu rentabilisé du véhicule particulier. Ces coutumes, très fréquentes aujourd'hui, peuvent s'expliquer par un goût pour le confort et la liberté (en termes d'horaires) de l'usage de la voiture, mais aussi dans certains cas par des lacunes dans l'offre en transports alternatifs (transports en commun notamment). Une meilleure exploitation de la capacité des voitures permettrait une réduction du nombre de véhicules en circulation, et de ce fait une baisse de la pollution. Mais cela nécessite une volonté de changements de la part des usagers eux-mêmes et une harmonisation des horaires de travail, ainsi qu'une offre plus large en transports en commun.

2.1.2. Un usage assez faible des transports urbains pour les déplacements domicile-travail

Des contrastes existent pourtant dans les pratiques en termes de transport, notamment pour les déplacements réguliers entre le domicile et le lieu de travail, et doivent avoir des impacts sur les niveaux d'émissions locaux. Ces usages sont inventoriés par l'INSEE, les derniers résultats disponibles datant du recensement de 2006. Il aurait été intéressant de mettre en relation les données de 1999 et de 2006 relatives aux modes de déplacements, ceci dans le but d'observer les évolutions, en particulier dans les villes ayant mis en place de nouveaux moyens de transport (comme le tramway par exemple). Mais une limite intervient pour la comparaison des données entre ces deux années. En 1999, les mobilités domicile-travail distinguaient les actifs se déplaçant avec un seul mode de transport et ceux en utilisant plusieurs. En revanche, ce système n'a pas été adopté en 2006 et il n'est fait mention que des modes uniques. De ce fait, tous les chiffres de 2006 sont supérieurs à ceux de 1999, cette hausse ne pouvant être attribuée à des changements d'usage.

Le tableau VII présente la part de la voiture et des transports en commun dans les trajets domicile-travail, pour 16 agglomérations françaises de taille moyenne (de 146 000 à 354 000 habitants), dont les trois agglomérations étudiées, auxquelles s'ajoutent cinq agglomérations suisses à la population similaire¹⁰, quatre grandes agglomérations françaises et trois communautés de communes voisines des agglomérations de La Rochelle (CC Plaine d'Aunis), Limoges (CC L'Aurence et Glane Développement) et Clermont-Ferrand

¹⁰ Données émanant de l'Office Fédéral de la Statistique (OFS) de la confédération suisse pour l'année 2000 : <http://www.bfs.admin.ch>.

(CC Volvic Sources et Volcans). Ces diverses données permettent de comparer les comportements des habitants français selon la taille de l'agglomération, mais aussi de mettre ces usages en parallèle avec ceux des résidents helvétiques, qui bénéficient de politiques plus orientées vers les transports urbains. Les chiffres sont présentés de façon croissante pour l'usage de la voiture, et de façon décroissante pour celui des transports en commun, afin que les villes apparaissent en fonction des coutumes de leurs habitants.

Tableau VII : Modes de déplacement pour les trajets domicile-travail dans diverses agglomérations françaises et suisses
(Sources : INSEE, RP 2006 ; OFS, RP 2000)

	Trajets domicile - travail : modes de déplacements (en %)			
		Voiture		Transports en commun
Suisse Moyennes agglomérations	Berne	36,9	Berne	44,3
	Winterthour	44,0	Winterthour	37,3
	Saint-Gall	44,9	Lucerne	33,8
	Lucerne	45,4	Saint-Gall	33,3
	Lausanne	55,3	Lausanne	30,9
France Moyennes agglomérations	Nancy	65,1	Dijon	16,8
	Dijon	65,7	Nancy	16,0
	Tours	68,8	Mulhouse	13,6
	Amiens	69,1	Orléans	13,2
	Metz	70,3	Metz	13
	Besançon	70,9	Tours	12,9
	Clermont-Ferrand	70,9	Amiens	12,6
	Orléans	71,1	Besançon	12,0
	Mulhouse	71,4	Caen	10,9
	Caen	73,9	Clermont-Ferrand	10,3
	La Rochelle	74,9	Limoges	7,6
	Limoges	77,3	Aix-en-Provence	7,3
	Avignon	78,0	Pau	6,2
	Pau	78,0	Avignon	6,0
	Aix-en-Provence	78,7	La Rochelle	6,0
Perpignan	79,0	Perpignan	4,4	
France Grandes agglomérations	Lyon	60,1	Lyon	23,2
	Marseille	62,8	Marseille	19,0
	Toulouse	69,0	Lille	14,5
	Lille	70,6	Toulouse	14,4
France Communautés de communes (petites communes)	CC Plaine d'Aunis	87,8	CC Volvic Sources et Volcans	2,5
	CC Volvic Sources et Volcans	88,7	CC L'Aurence et Glane Développement	2,2
	CC L'Aurence et Glane Développement	89,4	CC Plaine d'Aunis	1,6

Au regard des pratiques observées dans les agglomérations moyennes, une certaine logique géographique se dégage. L'usage de la voiture est en effet plus fort dans les villes du sud de la France. En conséquence, l'emploi des transports en commun dans ces espaces est le moins développé. Ce mode est au contraire particulièrement utilisé dans des villes du nord de la France, ces usages pouvant être le reflet de tendances sociologiques, ayant entraîné un développement plus ou moins important des politiques de déplacements axées sur la promotion des transports en commun urbains. Mais si l'on compare l'ensemble de ces villes françaises avec celles de Suisse, les chiffres n'ont plus aucun rapport : les transports en commun y occupent une place très importante, une moyenne de 36% des habitants actifs de ces villes utilisant le tramway, le bus ou le train pour leurs déplacements quotidiens. Ainsi, la part de la voiture diminue largement et se montre très inférieure à celle observée dans les agglomérations françaises. Cette situation reflète les orientations locales : les problèmes relatifs à l'environnement se trouvent au centre de la politique suisse des transports depuis de nombreuses années. Les diverses mesures fédérales ont pour objectif d'encourager les déplacements en "modes doux" (marche et bicyclette) et l'usage des transports publics. La plupart des villes suisses ont donné priorité aux véhicules de transport public et aux voitures à taux d'occupation élevé (OCDE/CEMT, 1995). Si la part des transports en commun dans les déplacements quotidiens a diminué dans de nombreux pays de l'OCDE¹¹ entre 1970 et 1990, elle a augmenté dans les principales villes de Suisse depuis 1980, grâce aux améliorations apportées à ce mode de déplacement. De ce fait, les déplacements en voiture ont connu une évolution négative (-10%) entre 1970 et 1991, alors que ce taux de croissance est de +2% en France, voire +20% au Royaume-Uni (OCDE/CEMT, 1995).

Les agglomérations françaises, et plus particulièrement les agglomérations moyennes, pâtiraient donc d'investissements insuffisants dans le développement des réseaux de transports en commun urbains. En effet, on peut remarquer que les habitants des grandes agglomérations ont davantage recours aux transports en commun, notamment à Lyon et Marseille, agglomérations comptant plus d'un million d'habitants. La densité du trafic automobile et les encombrements de voirie qui en résultent constituent un obstacle à l'usage du véhicule particulier qui, dans ces espaces, présente un inconvénient majeur face aux transports publics : sa vitesse de circulation réduite. Dans les agglomérations moyennes, une telle situation n'est que peu présente, ne permettant pas d'orienter les usagers vers les modes alternatifs. De plus, les réseaux de transports y sont moins développés et, de ce fait, moins attractifs. Face à cela, les habitants des petites agglomérations plébiscitent très largement la voiture, les communautés de communes ne mettant pas à disposition des usagers potentiels, des réseaux de transports en commun performants. Les contrastes sont donc nets entre les usages des résidents des grandes, moyennes ou petites agglomérations françaises.

Ces chiffres montrent que le recours à la voiture est plus faible et l'usage des transports en commun plus élevé dans plusieurs villes moyennes que dans les trois étudiées. Notamment, Limoges présente un retard évident dans les pratiques de ses habitants au regard de bon nombre de communes, l'usage de la voiture y étant parmi les plus élevés. En dépit d'une prééminence commune de la voiture dans les déplacements domicile-travail, on peut donc observer des usages contrastés des divers modes de transport entre les agglomérations de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand. Ceux-ci sont présentés dans le tableau VIII pour les habitants de chacune des trois villes et de l'ensemble des autres communes composant les

¹¹ L'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Économiques) regroupe 30 pays membres : Allemagne, Australie, Autriche, Belgique, Canada, Corée, Danemark, Espagne, Etats-Unis, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Islande, Irlande, Italie, Japon, Luxembourg, Mexique, Norvège, Nouvelle-Zélande, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République slovaque, République tchèque, Royaume-Uni, Suède, Suisse, Turquie.

communautés d'agglomération, à l'échelle desquelles les politiques urbaines des transports sont menées. Puis le tableau IX nous présente les données issues de ce même recensement, associées à celles du recensement de 1999, quant aux lieux de résidence et de travail : ces critères sont utilisés par l'INSEE pour définir la mobilité des personnes actives ; les personnes travaillant et résidant au sein d'une même commune ayant, *a priori*, de plus grandes facilités de déplacement et d'accès à des modes autres que la voiture.

Tableau VIII : Modes de déplacements pour les trajets domicile-travail
(Source : INSEE, RP 2006)

Trajets domicile - travail : modes de déplacements (en %)				
<i>INSEE (2006)</i>	Voiture	Marche	Deux roues	Transports en commun
La Rochelle	65,3	11,6	10,8	8,6
Autres communes	84,9	3,1	5,5	3,2
Limoges	71,9	13,2	2,4	9,9
Autres communes	89,7	3,0	1,8	2,4
Clermont-Ferrand	60,4	18,8	4,1	13,2
Autres communes	82,3	5,2	2,9	6,9

Tableau IX : Part de la population résidant et travaillant dans la même commune
(Source : INSEE, RP 1999 et 2006)

Lieux de résidence et de travail (en %)		Part de pop (en %)
<i>INSEE (1999)</i>	Dans la même commune	
La Rochelle	74,1	54,8
Autres communes	18,7	45,2
Limoges	83,9	72,7
Autres communes	17	27,3
Clermont-Ferrand	74	49,8
Autres communes	18,3	50,2
<i>INSEE (2006)</i>	Dans la même commune	Part de pop (en %)
La Rochelle	71,1	53,1
Autres communes	17,3	46,9
Limoges	82,4	71,6
Autres communes	15,2	28,4
Clermont-Ferrand	71,2	49,7
Autres communes	17,6	50,3

Les communes centres rassemblent une large part de la population totale de leur communauté d'agglomération : ceci apparaît fortement à Limoges, dont la population de 2006 représente 72% de celle de la communauté d'agglomération. C'est d'ailleurs à Limoges que la part des habitants à résider et travailler sur cette même commune est la plus élevée (82%). A La Rochelle et Clermont-Ferrand, 71% de la population doivent se déplacer sur une autre

commune pour travailler. Pourtant, l'usage en termes de transport est contraire à ce qui pourrait être attendu : les habitants de Limoges sont ceux qui ont le plus recours aux véhicules motorisés, dont la voiture est la principale représentante¹². En outre, ces pratiques observées à l'échelle des communes centres sont appuyées par celles des populations des villes des communautés d'agglomération. Le recours au véhicule automobile est plus important sur l'agglomération de Limoges (90%) que sur celles de La Rochelle (85%) et Clermont-Ferrand (82%). Cependant, le pourcentage moyen d'habitants travaillant sur leur commune de résidence est similaire pour les trois agglomérations. La population de l'agglomération limougeaude privilégie donc l'usage de l'automobile, au détriment de celui des deux-roues et des transports en commun, très faiblement utilisés par les habitants des communes alentours (environ 2% en moyenne). De plus, les usages des deux-roues impliquant les véhicules non motorisés comme motorisés, ces chiffres sur-estiment la part des bicyclettes, mode non polluant, contrairement aux motos.

En outre, on peut globalement constater que les mobilités quotidiennes se sont accrues au sein de chacune des trois agglomérations entre 1999 et 2006, les personnes étant moins nombreuses à travailler sur leur commune de résidence. Cette situation signifie que les déplacements ont augmenté : ceux-ci étant majoritairement effectués en voiture, l'impact sur la pollution atmosphérique a lui aussi dû évoluer, dans un sens peu favorable à la qualité de l'air.

Du point de vue environnemental, la ville de Clermont-Ferrand et sa communauté d'agglomération présentent les pratiques les plus respectueuses de la qualité de l'air urbain par le plus faible usage de la voiture particulière, la plus grande pratique de la marche et le recours le plus important aux transports en commun. Les différences constatées dans l'usage des modes de transport nous conduisent à nous interroger sur les causes possibles de ces contrastes. Tous ces résultats peuvent dépendre des politiques et aménagements urbains locaux : les offres en transports en commun notamment, en termes de desserte, de fréquence ou encore de rapidité, mais également la qualité de la voirie proposée aux automobilistes et aux cyclistes, ainsi que les offres de stationnement. Toutefois, certains usages, tels que celui des deux-roues, doivent également être appréciés à la lumière des réalités locales : en particulier, la topographie de chaque ville n'autorise pas toujours la pratique de la bicyclette. Ainsi, la forte différence constatée entre La Rochelle et Limoges peut s'expliquer en grande partie par les dénivellations urbaines de cette dernière. Le faible relief de La Rochelle permet le développement de ce mode de transport non polluant, alors que les dénivellations marquées au sein de Limoges sont défavorables à sa pratique.

Ces observations d'ordre statistique témoignent d'habitudes quotidiennes contrastées entre les trois agglomérations étudiées. Ces différences en termes de transports urbains, susceptibles de générer des écarts dans les niveaux d'émissions, et donc de pollution, dépendent fortement des aménagements locaux, conséquences des politiques menées. De nombreux facteurs doivent jouer sur ces usages et sont à prendre en compte en vue d'une volonté de modification des habitudes quotidiennes des habitants. Néanmoins, l'impact de ces pratiques sur les valeurs mesurées de la pollution est à nuancer, en raison de l'influence que peut avoir le contexte climatique et topographique sur les concentrations polluantes.

¹² Les données de l'INSEE associent dans cette rubrique les voitures, camions et fourgonnettes.

2.1.3. Des villes moyennes assez peu polluées à l'échelle de la France

Sur les territoires d'étude, l'automobile constitue un mode de transport grandement présent. Mais si son usage est contrasté entre les trois agglomérations, la pollution issue du trafic routier l'est également. Cependant, les usages quotidiens présentés précédemment ne peuvent suffire à dégager une hiérarchie des niveaux de pollution, ceux-ci dépendant fortement de la population et de l'organisation de chaque agglomération. Mais un point commun entre les agglomérations de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand peut être mis en avant : l'appartenance à des espaces peu pollués face à d'autres régions françaises.

Les oxydes d'azote (NOx) constituent les substances les plus représentatives de la pollution d'origine routière : en 2007, 53% des émissions de NOx relèvent du secteur du transport routier.

Les niveaux d'émissions estimés par le Centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique (CITEPA) peuvent aider à situer les trois régions auxquelles appartiennent les villes d'étude au sein du territoire français. Cet organisme réalise un inventaire des émissions à partir de données des rejets mesurés sur les grandes sources fixes et d'estimations dans les secteurs de la consommation d'énergie ou du trafic. Les résultats pour chaque polluant sont alors répartis par secteur : "extraction, transformation et distribution d'énergie" ; "industrie manufacturière, traitement des déchets, construction" ; "résidentiel, tertiaire, commercial et institutionnel" ; "agriculture, sylviculture et pêche" ; "transport routier" ; "modes de transport autres que routier".

Cependant, les émissions ne sont présentées qu'aux échelles régionale et départementale, et non à l'échelle urbaine qui nous intéresse ici. Au niveau des agglomérations, les résultats d'émissions ne sont pas disponibles et ne permettent pas de comparer les niveaux d'émissions des trois zones d'étude avec ceux d'autres agglomérations françaises. L'intérêt de ces données doit donc être nuancé : celles-ci couvrent un domaine plus vaste que le territoire urbain, le secteur des transports routiers prenant en compte les véhicules automobiles et les poids lourds sur l'ensemble des voies de circulation régionales. Or, les agglomérations telles qu'elles sont prises en considération dans cette étude, sont essentiellement soumises à une pollution d'origine automobile, conséquence des déplacements particuliers ayant lieu au sein de la commune centre, et entre celle-ci et ses communes périphériques. Il apparaît donc difficile de lier les niveaux d'émissions régionaux à ceux des agglomérations, pour lesquelles les données ne sont pas disponibles.

Le graphique (figure 12) réalisé à partir des totaux d'émissions proposés par le CITEPA montre de nouveau que les régions Poitou-Charentes, Auvergne et Limousin, notamment, comptent parmi les moins polluées du pays.

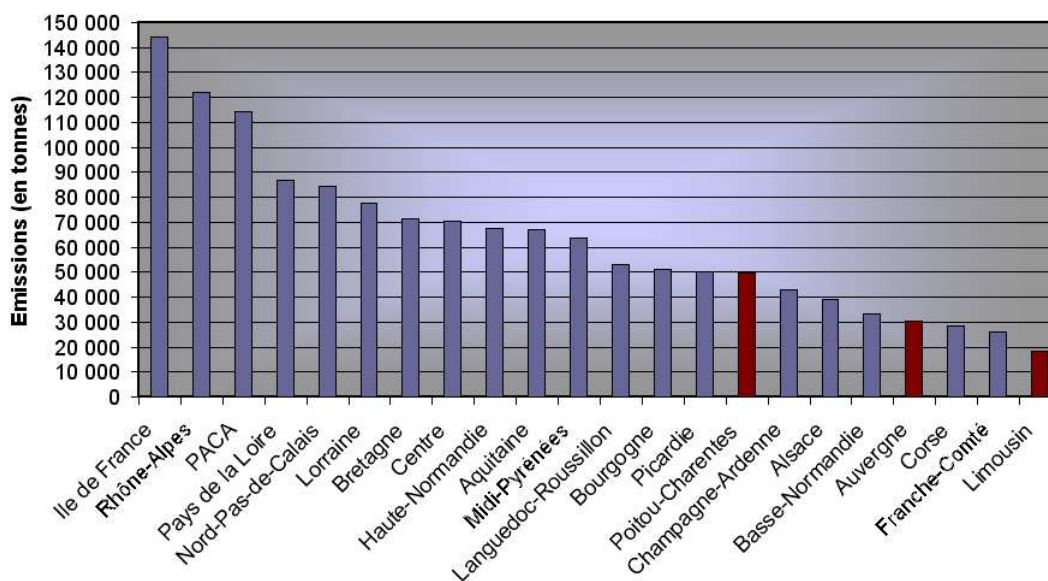


Figure 12 : Émissions de NOx par région française en 2000
 (Source : CITEPA : <http://www.citepa.org> - 2007)

La différence entre les régions Poitou-Charentes et Limousin est cependant importante, avec près de trois fois plus d'émissions dans la première, l'Auvergne se situant entre les deux. Le trafic routier apparaît comme faible dans ces régions, notamment en comparaison des régions Ile de France, Rhône-Alpes ou PACA, densément peuplées et fortement urbanisées.

Pourtant, cette hiérarchie régionale, si elle permet de situer les trois régions par rapport aux autres, ne donne pas l'occasion de connaître les niveaux de pollution auxquels sont soumis les espaces d'étude. A l'échelle de ces derniers, les seules valeurs dont on dispose relèvent des mesures opérées par les associations locales de surveillance. La connaissance des concentrations moyennes en NO₂ permet alors de comparer la pollution entre les trois agglomérations, mais aussi de placer ces valeurs moyennes par rapport à une situation de trafic particulièrement intense, caractéristique d'une grande agglomération : l'agglomération parisienne (figure 13).

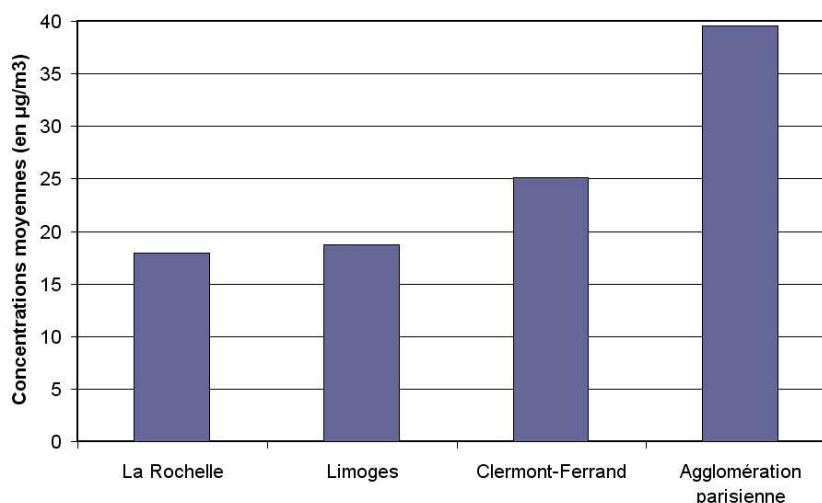


Figure 13 : Concentrations moyennes de fond en NO₂ sur la période 1999-2006
 (Sources : Associations Airparif, Atmo Auvergne, Atmo Poitou-Charentes et Limair)

On peut ainsi remarquer une logique inverse de celle présentée à l'échelle régionale, témoignant de l'impact plus notable d'une agglomération comme Clermont-Ferrand, plus vaste et plus peuplée que les deux autres, sur la pollution de fond en dioxyde d'azote. Par opposition, au sein de la région Poitou-Charentes, constituée de diverses entités urbaines moins polarisatrices, l'agglomération rochelaise fait figure d'espace urbain le moins pollué des trois étudiés. Cependant, face aux niveaux mesurés en agglomération parisienne, les valeurs moyennes des agglomérations de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand reflètent bien une pollution modérée, caractéristique de villes moyennes au trafic routier beaucoup moins présent qu'au sein de grandes agglomérations.

2.2. Une présence industrielle modérée mais contrastée

Si le secteur industriel ne constitue plus l'émetteur principal depuis les années 1980, ses rejets nocifs restent présents et la prise en compte de ses émissions de substances polluantes est bien sûr fondamentale dans l'étude de la pollution atmosphérique. Mais la présence industrielle est inégale au sein du territoire français, selon l'histoire économique des territoires et leurs ressources locales.

Les trois agglomérations de l'étude appartiennent à des régions de l'ouest français peu industrialisées, même si Limoges et Clermont-Ferrand ont connu une belle période d'expansion du secteur secondaire.

2.2.1. Des régions parmi les moins industrialisées du pays

La répartition spatiale de l'industrie française témoigne d'un déséquilibre Est-Ouest et Nord-Sud hérité de la révolution industrielle de la fin du XIX^{ème} siècle. La partie orientale du pays a en effet été la première touchée par l'industrialisation, présentant une forte urbanisation et des ressources minérales plus importantes qu'ailleurs (houille au Creusot, à Saint-Étienne et dans le Nord-Pas-de-Calais, fer en Lorraine). Le développement industriel des années 1945 à 1974 a également profité essentiellement à l'est de la France, en particulier aux régions Nord-Pas-de-Calais, Rhône-Alpes et Lorraine, auxquelles s'ajoute bien sûr, et surtout, l'Ile-de-France. La partie occidentale a, quant à elle, connu une croissance industrielle plus tardive et moins prononcée (Noin, 2001).

Cependant, cette dissymétrie nationale, assez schématiquement représentée par une frange orientale industrielle et une frange occidentale au secteur secondaire peu dynamique, s'est atténuée depuis 1974, même si elle existe toujours. D'une part, la crise qui a fortement touché les vieux bassins industriels, a entraîné la désindustrialisation de certaines régions, telles que Nord-Pas-de-Calais, Champagne-Ardenne, Lorraine, Franche-Comté et Rhône-Alpes. D'autre part, la politique d'aménagement industriel du territoire, menée à partir de 1963 avec la création de la Délégation à l'Aménagement du Territoire et à l'Action Régionale (DATAR), a permis de gommer une partie des écarts d'industrialisation entre régions. Ainsi, quelques régions de l'ouest ayant bénéficié de la décentralisation de certaines industries ont assez bien fait face à cette crise, notamment grâce au développement des industries électroniques et agroalimentaires (en particulier en Bretagne), à la multiplication des zones industrielles implantées en périphérie des villes et à la réalisation d'autoroutes.

Malgré tout, au regard de l'emploi industriel régional, le Grand Ouest (à l'exception de la Bretagne) reste fragilisé aujourd'hui, en dépit des bénéfices qu'il a tiré de la décentralisation. Les trois régions auxquelles appartiennent les villes d'étude sont marquées par une industrialisation assez faible au sein du territoire national. Tout d'abord, de façon générale, les grands établissements industriels sont de moins en moins présents, leur part

ayant beaucoup diminué (environ -30%) entre 1993 et 2001 (Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie, 2003) ; les PME ont donc pris la place des grandes entreprises, même si quelques unes restent présentes : Michelin et Trelleborg à Clermont-Ferrand ; Renault Trucks, Valéo et Legrand à Limoges ; Alstom à La Rochelle. Ensuite, ces régions rassemblent une faible partie de l'emploi industriel : en France métropolitaine, celui-ci se concentre essentiellement dans deux régions (Ile de France et Rhône-Alpes) qui regroupent respectivement 14,3 et 12,5% de l'emploi industriel national. Le Limousin arrive en avant-dernière position (avec 1,1%), l'Auvergne en 19^{ème} position (2,6%) et le Poitou-Charentes en 17^{ème} position (2,7%). Les établissements industriels¹³ sont donc peu nombreux dans ces trois régions en 2001, au regard notamment des deux classées en tête (Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie, 2003 – figure 14). Dans le contexte de désindustrialisation, les régions parisienne et lyonnaise, ainsi que les Alpes du Nord, la Côte d'Azur et l'Alsace, ont enregistré des pertes d'emplois inférieures à la moyenne, grâce à une présence industrielle diversifiée et moderne, des conditions naturelles et une position européenne privilégiées (Bloc-Duraffour, 1999). A quelques exceptions près, la grande majorité des villes considérées comme industrielles (où les activités sont dominées par l'industrie) reste ainsi située à l'est ou au nord de la France (Dunkerque, Douai, Valenciennes, Thionville, Mulhouse et Saint-Étienne).

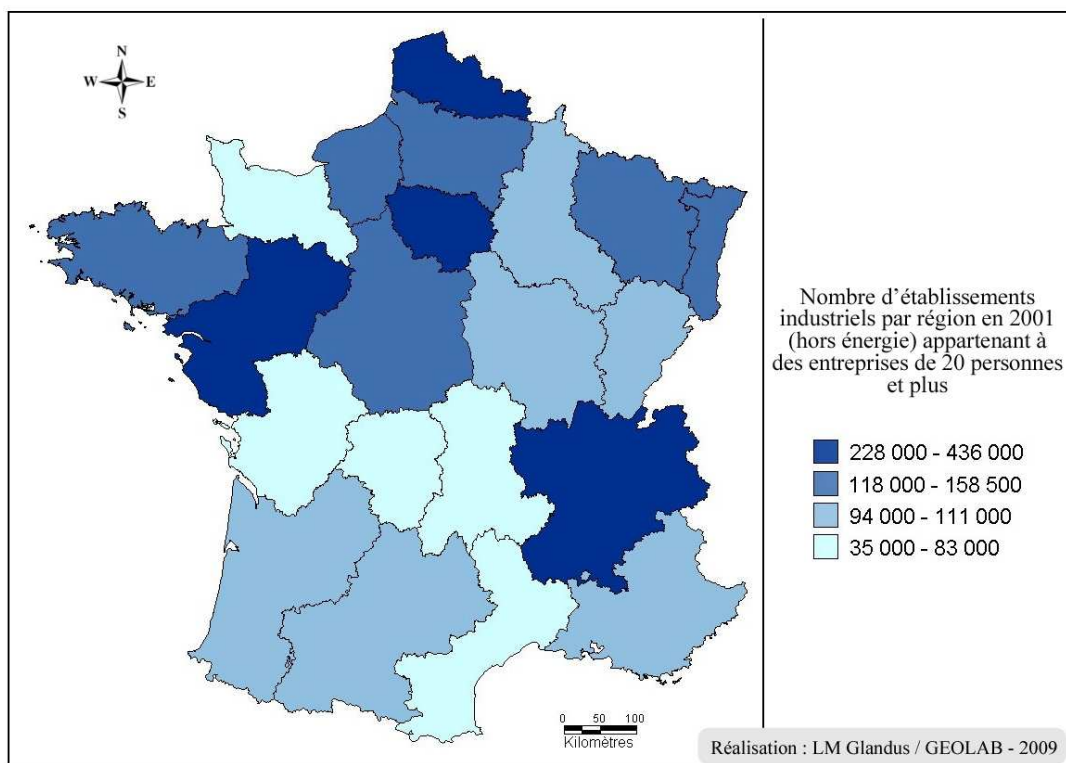


Figure 14 : Présence industrielle française par région
(Source : Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie, 2003)

La présence industrielle régionale actuelle peut être appréhendée par le biais des données émanant de l'inspection des installations classées. Les exploitations industrielles susceptibles de générer de la pollution et des risques pour la sécurité ou la santé des riverains sont en effet répertoriées comme installations classées pour la protection de l'environnement

¹³ Etablissements industriels appartenant à des entreprises de 20 personnes et plus.

(ICPE)¹⁴. Les plus polluantes d'entre elles sont soumises au régime d'autorisation, alors que d'autres sont assujetties à un régime moins contraignant de simple déclaration d'activité. L'autorisation est donnée sous forme d'arrêté préfectoral, après que les documents fournis par l'exploitant (plans, étude d'impact, étude de dangers, notice relative à l'hygiène et la sécurité du personnel) aient été soumis à une enquête publique et approuvés par les services de l'Etat (DDE, DDASS, DDAF, DIREN, Sécurité civile, ...) et le Conseil Départemental de l'Environnement et des Risques Sanitaires et Technologiques (CODERST). Les Directions Régionales de l'Industrie de la Recherche et de l'Environnement (DRIRE) assurent ensuite, au titre de l'inspection des installations classées pour la protection de l'environnement, le contrôle de ces ICPE. Afin d'assurer un suivi régulier des émissions, les exploitants des installations soumises à autorisation doivent répondre au principe d'auto surveillance : il repose sur la responsabilité de l'industriel lui-même qui doit réaliser de façon régulière des mesures de ses rejets nocifs, puis communiquer les résultats à l'inspection des installations classées. La nature et la fréquence des mesures que l'exploitant doit réaliser sont précisées par arrêté préfectoral. De plus, des contrôles inopinés peuvent être menés à la demande de l'inspection des installations classées (aux frais de l'exploitant), par un organisme extérieur agréé. Enfin, les installations, relevant du secteur privé ou public, dont les activités sont néfastes à la qualité de l'air, sont soumises à la Taxe Générale sur les Activités Polluantes (TGAP). Les DRIRE sont alors appelées à gérer le paiement de cette taxe pour les ICPE soumises à autorisation.

La consultation de la base des installations classées (disponible sur le site Internet de l'inspection des installations classées : <http://www.installationsclassées.ecologie.gouv.fr>) permet d'appréhender la répartition des ICPE soumises à autorisation sur le territoire métropolitain français (figure 15).

En 2007, sur les 22 régions françaises, les régions Poitou-Charentes, Auvergne et surtout Limousin présentent un nombre d'ICPE assez faible. En ne prenant en compte que les ICPE soumises à déclaration annuelle des rejets atmosphériques, la hiérarchie reste similaire, avec une nette domination de la région Rhône-Alpes et une présence qui décroît du Poitou-Charentes à l'Auvergne, et au Limousin. Dans le cas de ces établissements classés à l'origine d'une pollution notable de l'air, la région Limousin est donc mise en évidence comme l'espace le moins sensible. Ce type d'industries est au contraire beaucoup plus présent sur le territoire du Poitou-Charentes (cinq fois plus qu'en Limousin) ; mais elles s'y trouvent mieux réparties et ne se concentrent pas sur l'agglomération de La Rochelle : celle-ci regroupe en effet seulement 8% des ICPE soumises à déclaration annuelle des émissions de la région, alors que l'agglomération de Limoges en rassemble 18% pour le Limousin. Enfin, ces ICPE sont fortement présentes sur l'agglomération de Clermont-Ferrand, qui compte 16% des établissements régionaux, et plus particulièrement sur la commune de Clermont-Ferrand.

¹⁴ En 2008, les dispositions réglementant les ICPE correspondent à la loi n°76-663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement – intégrée dans le Code de l'environnement depuis 2000 – et son décret d'application n°77-1133 du 21 septembre 1977. La réglementation en vigueur concernant le régime d'autorisation est précisée par les articles L512-1 à L512-7 du Code de l'environnement.

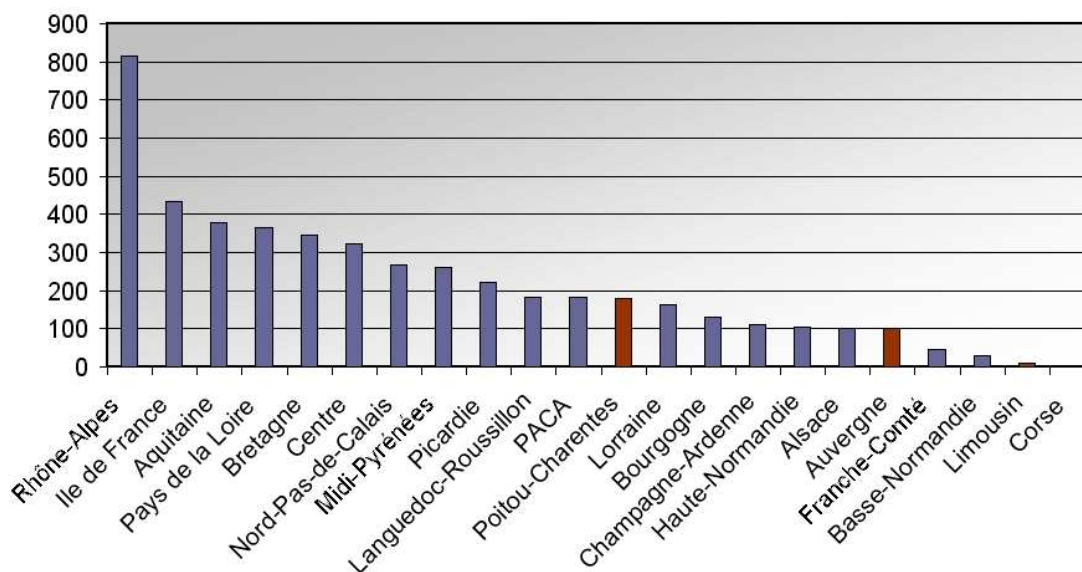


Figure 15 : Nombre d'ICPE soumises à déclaration annuelle des émissions sur chaque région française en 2007

(Source : Base des installations classées : <http://www.installationsclassees.ecologie.gouv.fr> - 2007)

Les régions Limousin, Auvergne et Poitou-Charentes, si elles présentent une industrialisation différenciée, se caractérisent donc par une présence industrielle modérée au regard d'autres régions françaises. De plus, il semble que les établissements industriels présents sur ces régions tentent de s'impliquer dans la lutte contre les dégâts environnementaux générés en modifiant leurs techniques de production. En effet, les parts des investissements antipollution au sein des dépenses des entreprises y sont parmi les plus élevées : 5% en Limousin et Poitou-Charentes ; 3,4% en Auvergne, alors que la moyenne nationale s'élève à 3,2%. Toutefois, il convient de nuancer l'importance de ces traitements dont les champs d'application sont variés. Les investissements antipollution destinés à lutter contre les émissions atmosphériques ne viennent qu'en troisième ou quatrième position avec une moyenne de 16% des traitements totaux. La pollution de l'air ne figure donc pas encore au premier rang des préoccupations environnementales des industries, dont les efforts portent plutôt sur les eaux et les sols (Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie, 2003), cette situation témoignant d'une prise de conscience encore limitée des enjeux découlant des émissions atmosphériques.

2.2.2. Des participations faibles à la pollution atmosphérique nationale

A l'image de la pollution issue du trafic routier, ces classements en termes d'industrialisation peuvent être complétés par les données du CITEPA présentant les niveaux d'émissions. Parmi les nombreux polluants pour lesquels cet organisme présente un inventaire d'émissions, seule une substance est ici prise en compte : le dioxyde de soufre (SO₂), polluant caractéristique des activités industrielles. En effet, les émissions nationales de SO₂ en 2007 proviennent pour 34% du secteur de l'industrie manufacturière, du traitement des déchets et de la construction, et pour 48% du secteur de l'énergie.

La figure 16 présente cette hiérarchie régionale des émissions de SO₂ à partir des résultats délivrés par le CITEPA.

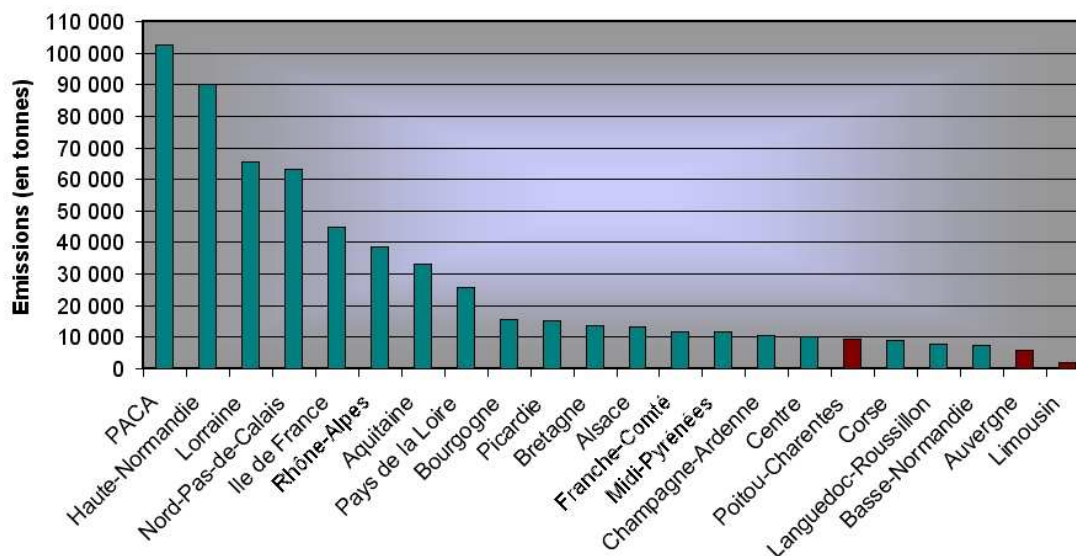


Figure 16 : Émissions de SO₂ par région française en 2000

(Source : CITEPA : <http://www.citepa.org> - 2007)

Au regard de ces résultats, le Poitou-Charentes, l’Auvergne et le Limousin font partie des régions les moins polluées du pays, à l’image de leur faible présence industrielle. Les trois régions d’étude, avec respectivement 9 528, 5 996 et 2 114 tonnes d’émissions, se trouvent en effet loin derrière des régions possédant une forte et ancienne tradition industrielle, la région Provence-Alpes-Côte-d’Azur (PACA) totalisant notamment 102 759 tonnes de dioxyde de soufre émis, soit 49 fois plus que le Limousin.

La hiérarchie reste donc identique à celle précédemment observée pour les émissions de NO_x. Le Limousin apparaît comme l’une des régions françaises où les émissions d’origine industrielle sont les moins importantes. Parmi les trois régions d’étude, le Poitou-Charentes semble être la région la plus soumise à la pollution industrielle, même si les niveaux sont bien inférieurs à ceux de grandes régions industrialisées du pays, telles que les régions PACA, Rhône-Alpes ou Nord-Pas-de-Calais. Cette dernière se trouve en effet à la première place des émissions de métaux lourds comme le cadmium, le chrome, le plomb ou le zinc, ainsi que des émissions de sélénium. Ces cinq substances, très majoritairement émises par les industries manufacturières, ne sont que faiblement présentes en Limousin.

Les émissions industrielles dans l’air sont donc modérées sur les régions Limousin, Auvergne et Poitou-Charentes. Cette situation, *a priori* avantageuse pour la qualité de l’air, correspond aux caractéristiques industrielles des régions des trois agglomérations choisies, à savoir des espaces faiblement industrialisés au sein du territoire français. Cependant, la participation des agglomérations étudiées à la pollution industrielle de leur région respective est variable, ces espaces urbains ayant connu un développement différent du secteur secondaire. De prime abord, à la consultation des concentrations en SO₂ mesurées par les associations de surveillance, un classement différent apparaît (figure 17), bien que ce graphique ne soit pas totalement représentatif des niveaux d’industrialisation, les valeurs étant extrêmement basses et en limite de détection des matériels de mesure.

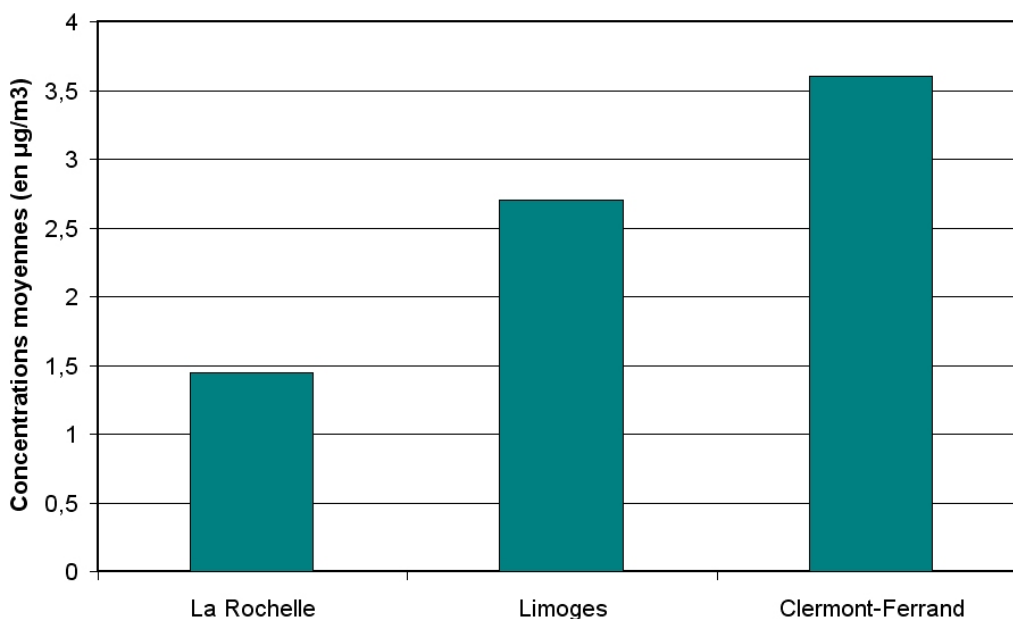


Figure 17 : Concentrations moyennes de fond en SO₂ sur la période 1999-2006
(Sources : Associations Atmo Auvergne, Atmo Poitou-Charentes et Limair)

La plus forte pollution de fond en dioxyde de soufre mesurée à Clermont-Ferrand et, dans une moindre mesure, à Limoges, témoigne vraisemblablement d'une industrialisation plus développée sur ces deux agglomérations qu'à La Rochelle.

2.2.3. Une tradition industrielle disparate

Un rappel de l'histoire industrielle des trois villes montre qu'elles sont inégales face au développement du secteur secondaire, ceci en liaison avec leur localisation, la nature de leur espace et leurs traditions. Malgré leur localisation occidentale, à l'écart du développement industriel français, Limoges et Clermont-Ferrand ont connu une présence industrielle assez marquée dès le début du XX^{ème} siècle. Ces deux villes ont en effet bénéficié d'opportunités locales, relevant de richesses naturelles et de volontés familiales, illustrées par Haviland à Limoges et Michelin à Clermont-Ferrand.

Limoges est sans doute la cité qui, des trois étudiées, connaît la présence industrielle la plus ancienne, remontant au XVIII^{ème} siècle. Les activités traditionnelles sont assez liées aux ressources naturelles : la papeterie s'est développée grâce à la paille issue de la culture du seigle, le travail du cuir grâce à l'élevage ovin et la fabrication de porcelaine grâce aux gisements de kaolin. Dès le départ, la ville possédait en effet tous les atouts nécessaires à la production porcelainière : la proximité des carrières de kaolin, dont la découverte remonte à 1765, l'énergie fournie par la Vienne pour le fonctionnement des moulins broyant le kaolin et l'apport en combustible des forêts limousines pour la cuisson de la porcelaine. De plus, la région limousine était riche d'une main d'œuvre non qualifiée, plus attirée par la ville que par les travaux des champs (Merriman, 1990).

L'histoire industrielle de Limoges se caractérise par une succession de croissances et de déclin. La cité était au XVIII^{ème} siècle une ville marquée par l'industrie textile, dont le déclin s'amorce au milieu du XIX^{ème} siècle. C'est alors l'industrie de la porcelaine qui prend son essor et atteint son apogée en 1910, avant de subir la crise de l'après-guerre. L'industrie

de la chaussure lui succède en devenant la principale activité dans les années 1920, puis s'effondre à son tour. De nouvelles activités prennent alors le relais des industries traditionnelles, qui perdurent, mais avec un niveau de production modéré. Les activités de la construction mécanique se développent au cours du XX^{ème} siècle, de même que celles de la construction électrique (avec les Ets Legrand notamment) et du raffinage du cuivre. La construction mécanique est dominée par la production de la SAVIEM (Société Anonyme des Véhicules Industriels et d'Equipements Mécaniques) située sur la route du Palais, et qui est devenue aujourd'hui l'usine Renault Trucks.

L'essor qu'ont connu Limoges et ses communes périphériques au milieu du XIX^{ème} siècle, a entraîné une croissance démographique importante (la population de Limoges est multipliée par deux entre 1846 et 1896). Mais ce développement industriel s'essouffle au XX^{ème} siècle, entraînant le classement de la vallée de la Vienne comme "zone critique" en 1955. Quant à l'activité emblématique de la ville, l'industrie porcelainière, elle n'occupe désormais qu'une place mineure dans le paysage industriel local. La première usine de porcelaine a été créée en 1784 et devient Manufacture Royale ; puis Limoges accède en 1907 au rang de premier centre porcelainier de France. Le nom le plus associé à la production porcelainière est celui d'Haviland. David Haviland, américain arrivé à Limoges en 1842, décide dès 1855 de fonder sa propre usine, associant production et décoration. Assez rapidement, celle-ci devient la première productrice de porcelaine du pays. Venu de l'étranger et fort de ses propres capitaux, David Haviland est à l'origine de la forte fabrication de porcelaine à Limoges, transformant un artisanat de luxe en industrie capitaliste et ouvrant la ville au marché américain (Merriman, 1990). Cependant, cette forte dépendance au marché outre-Atlantique va porter atteinte à cette activité, frappée par la crise de 1929 : la baisse de la consommation qui s'ensuit et la concurrence de pays tels que la Tchécoslovaquie ou le Japon, qui fabriquent des produits meilleur marché, entraînent son déclin.

D'un point de vue environnemental, la nature de l'industrie limougeaude présente l'avantage de ne pas trop marquer le paysage urbain par les usines : les grands établissements sont rares et l'industrie lourde absente. La production porcelainière n'était pas, certes, sans conséquence sur la qualité de l'environnement. A la fin du XIX^{ème} siècle, « les fours à charbon déversent sur Limoges une quantité de fumée relativement considérable et qui fait que la ville vue des hauteurs avoisinantes, présente toujours un aspect brumeux » (Almanach du Limousin, 1893). L'affaiblissement de cette activité, s'il a été néfaste sur le plan économique, a malgré tout permis une amélioration de la qualité atmosphérique de la ville. Par la suite, beaucoup d'usines situées en ville, sur la rive droite de la Vienne, se déplacent sur les zones industrielles de Magré et Romanet, créées en 1960 sur la rive gauche, mais qui n'attirent que très peu de nouvelles industries : la région souffre en effet du vieillissement de sa population et d'une réputation de "mauvais climat social", héritée de son histoire ouvrière (création de la CGT en 1895, grèves de 1905, ...). En-dehors des deux zones industrielles (Magré-Romanet et Nord), le seul véritable paysage industriel se situe sur la route du Palais, à l'est de la ville, et sur la commune voisine du Palais-sur-Vienne (Larivière, 1968).

A l'image de La Rochelle, Clermont-Ferrand est longtemps restée une petite ville de commerce où la vie industrielle était faible, cette situation pouvant en partie s'expliquer par la difficulté des transports (Arbos, 1932). Mais la ville connaît au XIX^{ème} siècle un grand essor industriel qui s'accompagne d'une forte croissance de la population (Vazeille, 1956). Les premières usines à se développer sont liées aux activités agricoles de la Limagne : fabrique de pâtes alimentaires grâce à la culture du blé, sucrerie de Bourdon grâce à la culture de la betterave à sucre. Puis, c'est en 1889 que André et Édouard Michelin fondent l'entreprise éponyme devenue emblématique de la ville. La naissance de la firme Michelin a profité de l'industrialisation déjà avancée de Clermont-Ferrand, mais elle est aussi le « fruit du génie de

capitaines d'industrie novateurs et portés par le bon choix du créneau industriel » (Jamot, 2001). Après s'être démarquée, dès 1891, avec la création du pneu de bicyclette démontable, la société accroît rapidement sa production de pneumatiques pour bicyclettes, voitures et poids lourds. Une nouvelle usine ouvre en 1907 à Clermont-Ferrand, puis à Turin, préfigurant la croissance internationale de l'entreprise. L'essor de l'automobile va permettre à cette activité de s'épanouir et d'attirer une main d'œuvre importante. Ce développement a un effet favorable sur l'industrialisation locale en entraînant la création d'autres activités telles que la métallurgie ou l'imprimerie. Clermont-Ferrand devient ainsi rapidement le premier centre industriel d'Auvergne et profite de sa situation avantageuse de zone de contact et de passage (Arbos, 1932). Michelin domine largement le paysage industriel local durant la première partie du XX^{ème} siècle, notamment entre 1920 et 1965 (Gakomo, 1999). Mais l'entreprise marque également le paysage urbain, par le biais de ses réalisations paternalistes, représentées particulièrement par les cités Michelin destinées à loger les ouvriers. L'expansion rapide du secteur industriel génère d'ailleurs une croissance de la ville qui s'étend progressivement. Toutefois, Michelin n'échappe pas à la crise et les effectifs diminuent à partir des années 1980 : de 30 000 emplois en 1979 à 14 000 en 2005, la société ne représente plus que le tiers des emplois industriels de l'agglomération (Jamot, 2001). Si l'influence de l'entreprise, devenue multinationale, a diminué sur le plan industriel, elle reste cependant présente dans le domaine tertiaire, le siège social, les laboratoires de recherche et le centre d'essais étant toujours implantés à Clermont-Ferrand.

Aujourd'hui, les secteurs dominants en termes d'emplois sont ceux du caoutchouc, de la pharmacie et de la sidérurgie (Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie, 2003). Comme à Limoges, la baisse de la production industrielle et la conversion de l'économie locale aux activités tertiaires constitue un avantage du point de vue environnemental. Les usines Michelin, implantées dès l'origine à l'est de la ville, aux portes de la Limagne, ont désormais un impact minoré sur la qualité de l'air local. Ce changement contraste avec la vision négative que l'on pouvait avoir de la capitale auvergnate, et notamment de la cité de Montferrand, devenue un faubourg ouvrier de Clermont-Ferrand, qui accueillait la « grisaille de ces usines, traversées de cheminées géantes et sales » (Vazeille, 1956).

Si Clermont-Ferrand et Limoges connaissent une tradition industrielle plus ou moins ancienne, ce n'est pas le cas de La Rochelle. En effet, cette dernière s'est surtout distinguée par ses activités commerciales et maritimes, son port ayant été le port français le plus important de l'Atlantique aux XIV et XV^{èmes} siècles. L'industrialisation qui touche une large partie de la France au XIX^{ème} siècle n'apparaît pas nettement à La Rochelle où les industries ne sont que très peu présentes. D'après Charles Fournier, maire de la ville entre 1867 et 1871, les Rochelais n'auraient pas « le véritable esprit industriel [...]. Il est difficile d'espérer qu'en dehors des spéculations maritimes et celles des eaux-de-vie, les industries et surtout les industries créatrices s'établissent et prospèrent à La Rochelle » (Delafosse, 1985). Il faut attendre la fin du XIX^{ème} siècle pour que des usines s'installent autour du nouveau port de La Pallice, inauguré en 1890. Les secteurs des industries nouvellement implantées sont étroitement liés à la nature des marchandises qui transitent par le port. Quatre usines de produits chimiques et d'engrais, des fabriques d'agglomérés de charbon et une raffinerie de pétrole sont ainsi créées à partir de 1900. Puis la première Guerre mondiale contribue à l'industrialisation de la ville qui se lance dans la fabrication d'obus, d'acide sulfurique, de mélinite et dans le montage de matériel de transport, activité qui sera poursuivie après la guerre. Les années 1930 voient la création d'industries liées à la mer et au commerce maritime (glacières, fabrication d'engrais, raffineries de pétrole). Mais c'est au lendemain de la seconde Guerre mondiale que le paysage industriel actuel commence à se dessiner. La zone

industrielle de Chef-de-Baie, créée en 1959, rassemble des industries chimiques : Péchiney Saint-Gobain, Compagnie du Phospho-Guano, Compagnie française de l'azote pour la fabrication d'engrais, usine Rhône-Poulenc traitant des minerais rares. La Pallice accueille les chantiers navals et la ville d'Aytré une usine de fabrication du gros matériel ferroviaire, détenue par Alstom depuis 1972. Enfin, en 1964 est créée la zone industrielle de Périgny, à l'est de la ville : elle est rapidement occupée, essentiellement par des PME issues des secteurs du BTP et de la construction de bateaux de plaisance, quittant le centre de La Rochelle pour bénéficier d'espaces plus vastes. En 2001, les secteurs dominants en termes d'emplois sont ceux du matériel ferroviaire, de la construction navale et des équipements automobiles (Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie, 2003). L'occupation industrielle de l'espace n'a guère évolué, les établissements polluants restant essentiellement concentrés au sein de la zone industrielle de Chef-de-Baie, à l'ouest de la ville.

L'industrie fait ainsi partie de l'histoire des villes de Limoges et Clermont-Ferrand, alors qu'elle est longtemps restée une activité mineure à La Rochelle. L'étude de la situation actuelle va permettre de voir si ces écarts se sont maintenus.

2.2.4. Une présence industrielle locale inégale

A l'image de leur histoire, les trois villes d'étude présentent un nombre inégal de sources fixes à l'origine d'une pollution atmosphérique recensée. L'aire urbaine de Clermont-Ferrand apparaît en 2010 comme la plus industrialisée avec 178 ICPE, contre 110 à Limoges et 80 à La Rochelle.

Cette hiérarchie ne correspond pas à celle présentée à l'échelle régionale, dans laquelle la région Poitou-Charentes se démarque par une présence d'ICPE supérieure à celle des régions Auvergne et Limousin. Cette opposition résulte en fait de l'organisation de chacun de ces espaces. Limoges et Clermont-Ferrand, en tant que capitales régionales, polarisent l'espace des régions Limousin et Auvergne au sein desquelles n'apparaissent que quelques petits pôles industriels. Au contraire, la région Poitou-Charentes, longtemps restée en marge du développement industriel, se caractérise par une organisation multipolaire où aucun pôle industriel ne domine véritablement le territoire régional. Ainsi, la présence industrielle rejoint l'histoire des villes : Clermont-Ferrand et Limoges, zones urbaines historiquement industrielles, apparaissent actuellement plus industrialisées que La Rochelle.

Néanmoins, ces observations doivent être affinées : en effet, parmi toutes ces ICPE, certaines sont surtout à l'origine d'une pollution des sols ou des eaux. Or, dans le cadre d'une étude sur la pollution de l'air, nous ne nous intéresserons qu'aux ICPE à l'origine d'émissions atmosphériques surveillées. Plusieurs sources de recensement sont accessibles afin d'effectuer une sélection. En-dehors des listes proposées par les DRIRE, les installations sont également répertoriées sur le Registre français des émissions polluantes, dépendant du Ministère de l'Écologie et du Développement Durable. Celui-ci répertorie les installations soumises à autorisation, mais également celles relevant de la directive européenne IPPC (directive 96/61/CE relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution) : dans ce cadre, elles doivent obtenir une autorisation et doivent engager des améliorations environnementales pour leur fonctionnement.

Ainsi, les établissements pris en considération dans cette étude correspondent, sur chacune des trois aires urbaines :

- aux ICPE soumises à autorisation, étant recensées par la base des installations classées (<http://www.installationsclassées.ecologie.gouv.fr> - 2010) et étant assujetties à la TGAP et / ou la directive IPPC ;
- aux établissements répertoriés au sein du Registre français des émissions polluantes (<http://www.pollutionsindustrielles.ecologie.gouv.fr> - 2010).

Ces deux sources d'information comptabilisent 16 établissements répartis sur les trois agglomérations : 9 à Limoges ; 5 à Clermont-Ferrand ; 2 à La Rochelle. La plupart de ces installations relève des secteurs de la chimie et parachimie, de l'énergie et du traitement des déchets. Le tableau X présente les établissements et leur réglementation.

Tableau X : Principaux établissements polluants recensés sur les trois agglomérations

	Etablissement	TGAP	IPPC
Limoges	Allia		
	Centrale Energie Déchets Limoges	OUI	OUI
	Ferro Couleurs France SA	OUI	OUI
	Renault Trucks	OUI	OUI
	SDCL L'Aurence	OUI	OUI
	SDCL Beaubreuil	OUI	
	Valéo Matériaux de friction	OUI	
	Valdi Le Palais	OUI	OUI
	Fonderie de cuivre du Palais		OUI
Clermont-Ferrand	CHU		
	IDEX énergies		
	Michelin-Cataroux	OUI	OUI
	Michelin-Combaude		
	Trelleborg Industrie		
La Rochelle	UIOM cda La Rochelle	OUI	OUI
	Rhodia Electronics and catalysis		OUI

L'agglomération de Limoges présente un nombre supérieur d'établissements particulièrement contrôlés, la majorité étant soumise à la fois à la TGAP et à l'IPPC. A Clermont-Ferrand et La Rochelle, seule l'usine Michelin de Cataroux et l'usine d'incinération de la communauté d'agglomération de La Rochelle sont concernées par ces deux réglementations. En revanche, quatre des cinq établissements de Clermont-Ferrand ne sont soumis à aucune d'entre elles, étant uniquement recensés par le Registre des émissions polluantes en tant qu'ICPE soumises à autorisation. Enfin, au regard de la nature des établissements recensés comme les plus polluants sur les trois agglomérations, on peut remarquer que le secteur du chauffage est partiellement inclus, deux installations de Limoges étant des sociétés de distribution de chaleur (SDCL) : chaufferies permettant la production de chaleur pour leur quartier.

En termes de rejets atmosphériques, les agglomérations de Limoges et Clermont-Ferrand comptent un plus grand nombre d'établissements polluants que celle de La Rochelle.

Conformément à sa tradition industrielle plus ancienne, Limoges apparaît comme la ville la plus marquée par la présence des installations polluantes : ne s'y retrouvent pas les anciennes activités historiques évoquées précédemment, mais plutôt des installations orientées vers l'équipement automobile (les usines Renault Trucks et Valéo) ou la production énergétique. Puis, suit de près Clermont-Ferrand, où l'on trouve majoritairement les grandes entreprises spécialisées dans le traitement du caoutchouc, tradition clermontoise (les usines Michelin et Trelleborg). Enfin, La Rochelle fait figure de ville faiblement industrialisée, comme l'a montré son histoire, avec seulement deux établissements polluants, dont l'un (l'usine Rhodia) est hérité de l'usine Rhône-Poulenc installée dans les années 1960, et spécialisé dans le traitement des minerais rares.

Les polluants émis par les établissements recensés sont divers mais seules quelques unes de ces substances sont soumises à un contrôle et aux mesures d'auto surveillance. Il est alors difficile de comparer les émissions puisque la nature de celles-ci varie d'une installation à l'autre. Par ailleurs, les données disponibles et consultables sur le registre français des émissions polluantes ne sont que limitées, puisque certaines sont absentes.

La liste de ces établissements, la nature de leurs activités et les polluants contrôlés sont présentés en annexe 1.

Par ailleurs, les activités du port maritime de La Rochelle ne peuvent être occultées. Celui-ci, classé deuxième port français derrière celui de Rouen pour l'exportation de céréales, est doté de plusieurs silos gérés par les deux opérateurs présents : Sica (trois silos) et Socomac (un silo), auxquels s'ajoutent deux silos situés au terminal agroalimentaire du port. Le chargement des produits céréaliers et le remplissage ou le vidage des silos peuvent alors être identifiés comme des actions émettrices de polluants. Une étude menée par l'association locale de surveillance, entre les mois d'avril et juillet 2009, a révélé une influence notable de l'activité portuaire sur les concentrations en PM10 (Atmo Poitou-Charentes, 2009). Même si l'impact est beaucoup plus important sur les sites directement soumis aux activités, il a tout de même été relevé au sein de quartiers résidentiels situés à environ 2 km. Une situation similaire a également été observé à Dieppedalle, à proximité du Port Autonome de Rouen (Air Normand, 2006). En effet, une relation a été établie à plusieurs reprises entre les activités des silos et la hausse des concentrations en PM10, sous les vents des silos, notamment lors du chargement des navires céréaliers. Des riverains se sont d'ailleurs plaint de panaches de poussières provenant de l'activité d'un silo situé à environ 500 m de la zone d'habitation.

Enfin, les navires sont, eux aussi, à l'origine d'une pollution atmosphérique, même si la contamination des eaux est beaucoup plus médiatisée, notamment dans le cas de marées noires. Pourtant, les navires sont responsables de plus de la moitié des émissions de SO₂ issues du secteur des transports (<http://www.ifen.fr>). Le problème de l'impact sur les populations se pose donc à l'arrivée au port, plus qu'en haute mer.

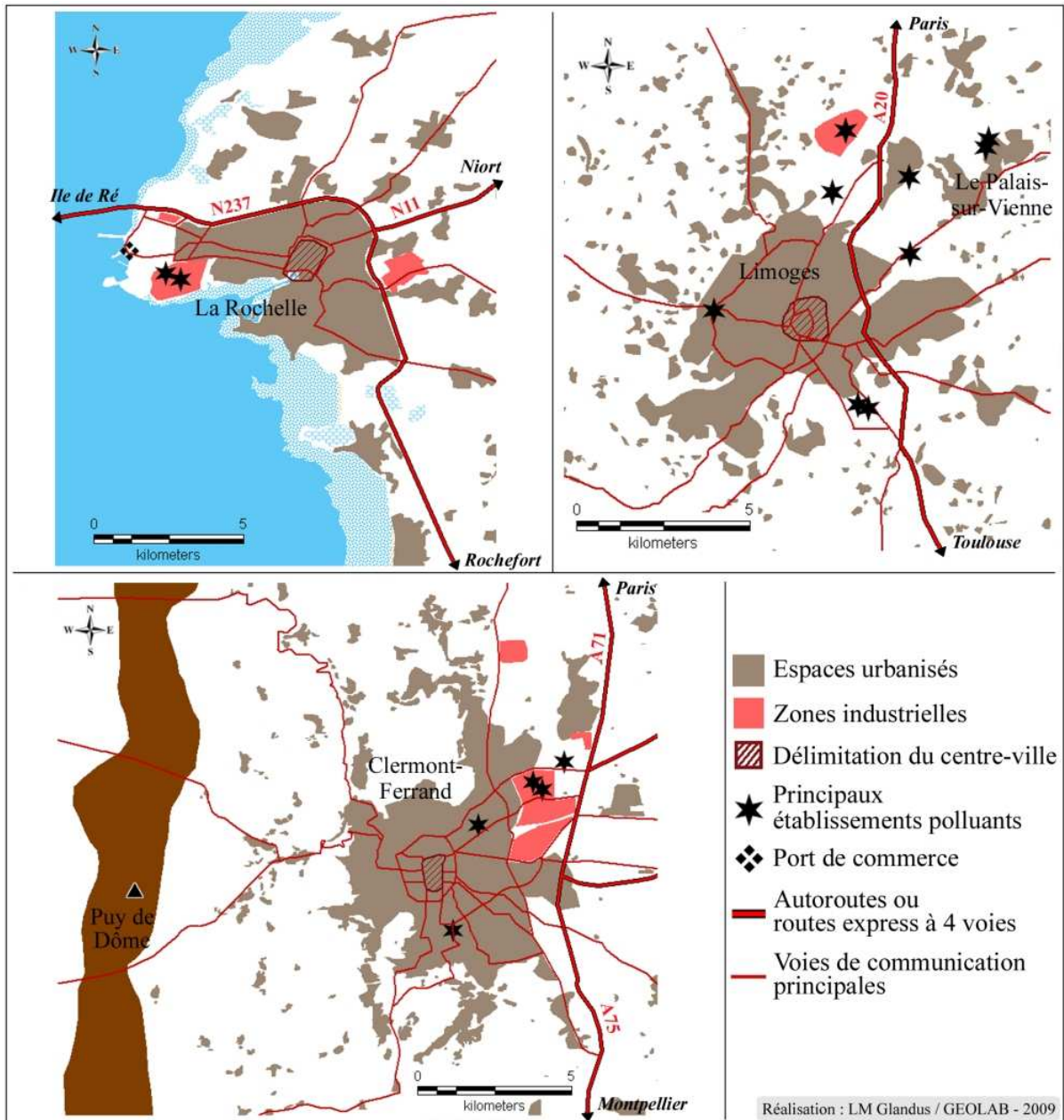


Figure 18 : Localisation des principaux établissements polluants sur les trois agglomérations
(Sources : base des installations classées, registre français des émissions polluantes, 2010 ; IGN)

La localisation de ces établissements (figure 18) témoigne de leur situation excentrée. Comme évoqué précédemment, les installations industrielles ont quitté les centres urbains en direction des périphéries des villes et se trouvent désormais majoritairement implantées au sein de zones industrielles. Cependant, il apparaît que cet éloignement n'est que relatif ; nombre d'établissements sont situés à la frange des espaces urbains denses et certains y sont même intégrés. Cette situation s'observe tout particulièrement à Clermont-Ferrand où les usines Michelin ont conservé leur implantation d'origine. La croissance urbaine a alors conduit à leur intégration au sein de l'espace urbanisé.

En définitive, beaucoup de ces installations classées ne se trouvent guère éloignées des zones d'habitat, cette proximité pouvant générer des nuisances pour les riverains. Néanmoins, si un certain éloignement des zones industrielles semble plutôt avantageux quant aux impacts

qu'ont les installations sur les populations, contrairement aux aménagements du XIX^{ème} siècle qui intégraient les usines au cœur des villes, les polluants émis, soumis aux forces des vents, peuvent être déplacés vers des espaces urbanisés.

Cette présence contrastée d'une agglomération à l'autre peut alors avoir des impacts sur les niveaux de pollution enregistrés localement, même si le secteur industriel constitue désormais la source d'émissions la plus faible et que d'autres facteurs influent sur les concentrations de pollution. Mais globalement, les agglomérations de Limoges, Clermont-Ferrand et La Rochelle présentent, à l'image de leur région respective, une présence industrielle modérée qui ne doit pas avoir une influence déterminante sur la pollution locale. Une grande part de l'étude peut ainsi être consacrée aux sources d'émissions mobiles que sont les transports, et notamment la circulation automobile urbaine. L'étude des résultats des niveaux de pollution réalisée en deuxième partie de ce travail permettra alors de mieux percevoir les influences de ces différentes sources et d'établir une hiérarchie beaucoup plus précise à l'échelle des agglomérations.

2.3. Des conditions locales plus ou moins favorables à la qualité de l'air

Les usages en termes de transports et les activités industrielles locales sont à l'origine d'émissions variables d'une agglomération à l'autre. Mais les niveaux de pollution mesurés localement sont également liés à l'intervention d'autres facteurs, qui génèrent des conditions plus ou moins favorables à la concentration des polluants. Chaque site se caractérise par des conditions qui lui sont propres, en lien avec des caractères naturels, des traditions ou des volontés locales, ayant tous la capacité d'influencer la dispersion des substances émises localement et d'entraîner des contrastes dans les niveaux de pollution.

2.3.1. Des contextes climatiques et topographiques contrastés

Les conditions climatiques et topographiques sont des facteurs importants qui influent sur la répartition des émissions issues du trafic routier et des sources fixes. Elles atténuent ou aggravent les niveaux de pollution locaux et constituent donc une cause secondaire, par rapport aux degrés et à la nature des émissions elles-mêmes.



Figure 19 : Localisation des trois agglomérations :
de la ville littorale au bassin intramontagnard
(Source : IGN-"BD ALTI 1 000 m" : <http://www.ign.fr> - 2009)

La dispersion des polluants dépend fortement du climat local, auquel s'ajoute le rôle joué par les reliefs. Le climat se caractérise par des types de temps spécifiques à chaque zone. Conformément à la définition donnée par Beltrando et Chémery (1995), les différents types de temps sont ressentis en un lieu donné, notamment au travers des températures de l'air, de la pluviométrie, de la force et de la direction des vents. Ces manifestations sont la conséquence de divers facteurs tels que les types de masse d'air (maritime, continentale, ...), la présence et la dynamique d'une perturbation, l'emplacement des anticyclones, ... Chaque type de temps, qui correspond à une période de quelques jours au moins, ne concerne qu'une zone géographique bien délimitée et soumise à une situation atmosphérique homogène.

2.3.1.1. Des conditions assez propices à la dispersion de la pollution sur le littoral atlantique

Parmi les trois agglomérations de notre étude, La Rochelle présente les caractéristiques les plus favorables à la dispersion de l'air pollué : son climat de type océanique, donnant des écarts thermiques saisonniers peu prononcés, et l'absence de relief marqué, conduisent à un bon transport de la pollution. De plus, les villes littorales bénéficient d'une bonne ventilation, entraînant une meilleure dispersion des polluants. Elles sont marquées par des conditions particulières, issues des contrastes thermiques existant entre différents espaces, qui engendrent des brises. Celles-ci sont des vents thermiques à caractère local et à alternance diurne qui résultent des écarts de température qui existent dans les basses couches de l'atmosphère entre des surfaces de nature ou d'exposition au soleil différentes (Beltrando, Chémery, 1995).

Une ville comme La Rochelle est ainsi confrontée à la manifestation de "brises littorales", qui englobent les brises de terre et de mer. Celles-ci doivent leur origine à un

réchauffement et un refroidissement inégaux des eaux et des continents sur les littoraux : la surface du sol se réchauffe plus vite que la surface maritime, entraînant des disparités similaires entre l'air continental et l'air marin. Le jour, du fait de son réchauffement, l'air continental devient plus léger et s'élève, créant une dépression que tend à équilibrer un vent soufflant de la mer vers la terre : la brise de mer. Puis, la nuit, l'air devient plus froid sur la terre que sur la mer, générant un courant atmosphérique contraire : la brise de terre. Ces vents locaux se manifestent surtout par temps clair, la nébulosité atténuant les contrastes thermiques et diminuant de ce fait la différence de pression (Beltrando, Chémery, 1995). D'après Météo France, les brises de mer se manifestent fréquemment à la belle saison sur le littoral de la Charente-Maritime. Cependant, la présence d'une voie à forte circulation à proximité de la mer, ou d'industries, est défavorable : les polluants sont en effet poussés par la brise de mer en direction de la ville. De plus, il a été souvent dit que ces brises jouent un rôle non négligeable sur le transport des polluants et sur leur concentration (Pont et *al.*, 2000 ; Koffi, 2002 ; Bigot et *al.*, 2003 ; Dudouit Fichet, 2006). L'alternance répétée des brises de mer et de terre peut, par exemple, contribuer à l'accumulation de l'ozone qui se maintient à des niveaux élevés (Janoueix-Yacono, 1995).

L'influence océanique transparaît bien au travers de l'observation des vents dominants, par le biais de la rose des vents pour la période 1999-2006¹⁵ (figure 20), qui présente deux directions fréquemment plus marquées : l'ouest essentiellement et, dans une moindre mesure, le nord-est. C'est également à La Rochelle que les vitesses des vents sont les plus fortes, 31% des vents étant compris entre 4,5 et 8 m/s et 4% étant supérieurs à 8 m/s (soit 29 km/h). Par contraste, le site de Clermont-Ferrand présente des vents de vitesses globalement assez faibles : 31% des vents sont en effet inférieurs à 1,5 m/s (soit 5 km/h). Enfin, Limoges présente une situation intermédiaire, avec des vents globalement modérés, 64% étant compris entre 1,5 et 4,5 m/s (soit 16 km/h).

¹⁵ La période comprise entre le 1^{er} janvier 1999 et le 28 décembre 2006 correspond à celle pour laquelle les données météorologiques, issues de Météo France, et les données de pollution de l'air, issues des associations locales de surveillance, ont pu être obtenues.

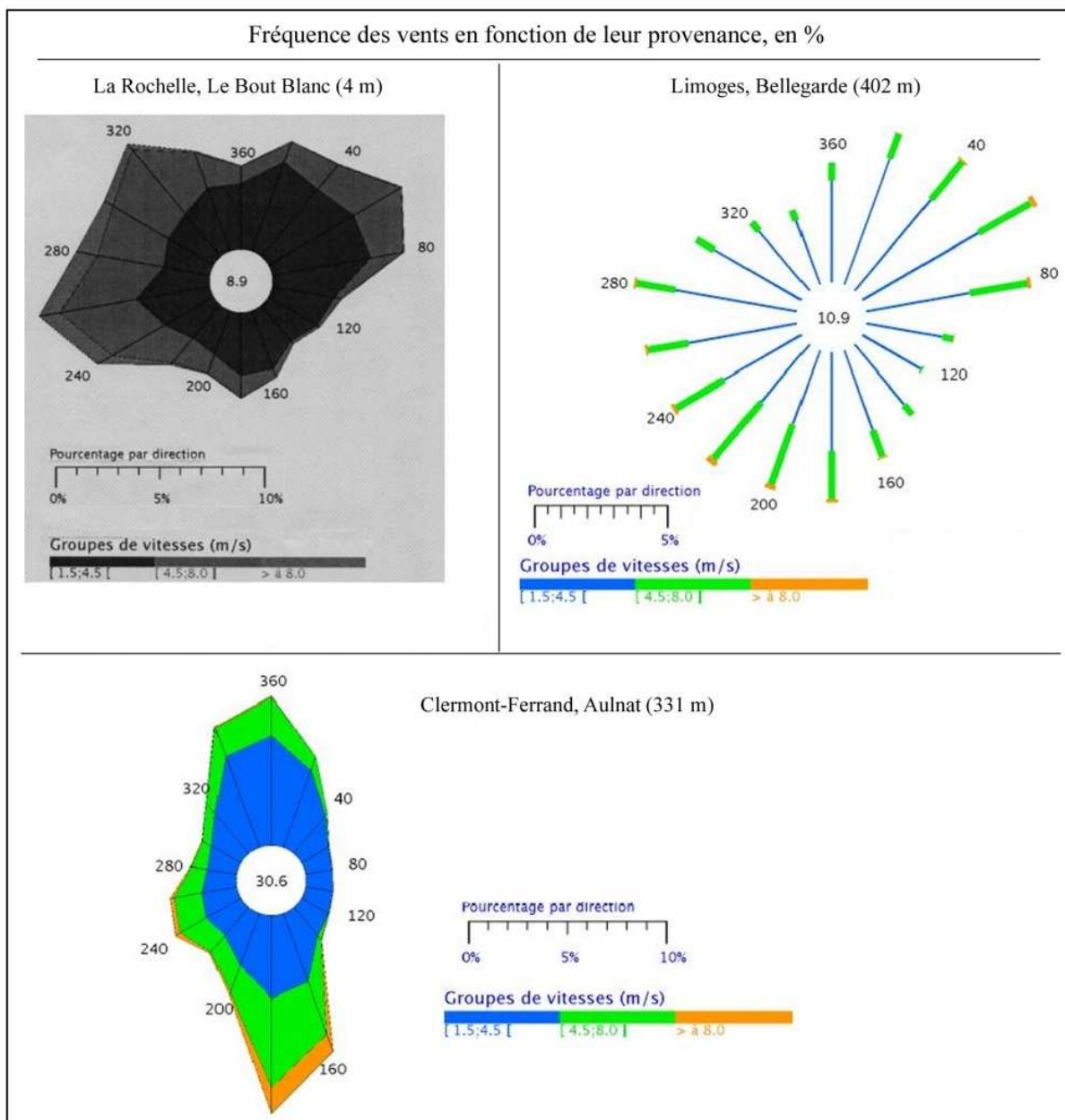


Figure 20 : Pourcentage moyen de vents par classes de direction
du 01/01/1999 au 28/12/2006
(vent horaire mesuré à 10 m, moyenné sur 10 min)
(Source : Météo France)

2.3.1.2. Des caractères peu susceptibles d'empêcher la dispersion des polluants à Limoges

La ville de Limoges, quant à elle, possède des températures moyennes assez similaires à celles de Clermont-Ferrand entre les mois de novembre et avril, même si elles sont globalement supérieures à Limoges. Mais le site de Limoges, relevant d'un espace climatique de type océanique altéré (Météo France - <http://france.meteofrance.com>), présente une moindre élévation thermique en période estivale. Les données moyennes mensuelles issues

des mesures réalisées par Météo France sur la période 1961-1990, ou 1973-1990 pour Limoges, permettent d'observer l'évolution thermique annuelle et de voir les différences de températures qui existent entre les trois villes (figure 21).

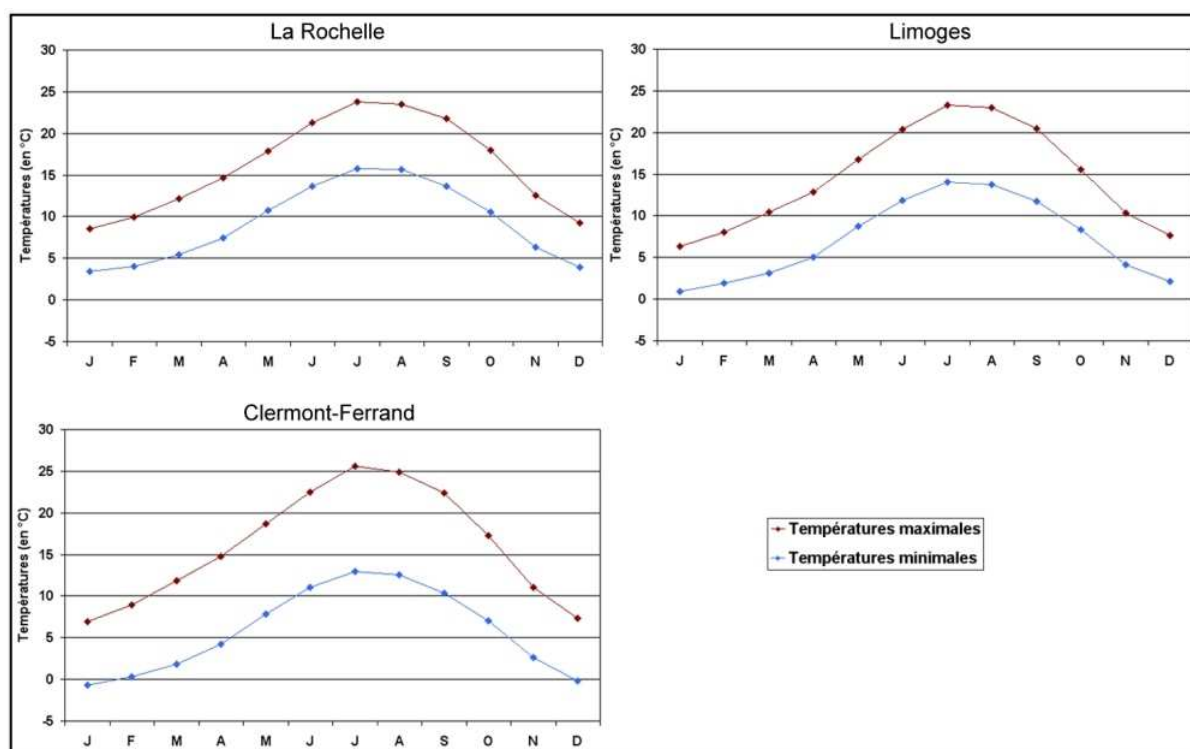


Figure 21 : Moyennes mensuelles des températures minimales et maximales de l'air sous abri sur la période 1961-1990 (1973-1990 pour Limoges)
(Source : Infoclimat : <http://www.infoclimat.fr> - 2010)

La figure 21 met bien en évidence l'existence de températures hivernales plus élevées à La Rochelle, soumise à un climat océanique, se caractérisant notamment par des hivers doux : la proximité avec l'océan limite les baisses de température. Les caractères thermiques du site de Limoges sont plus proches de ceux de Clermont-Ferrand que du site littoral de La Rochelle, mais c'est à Limoges que sont enregistrées les températures estivales les plus faibles. Quant à Clermont-Ferrand, elle est la ville où les écarts entre températures moyennes minimales et maximales sont les plus grands.

Par ailleurs, contrairement au site de La Rochelle, situé à une altitude moyenne de 14 m, celui de Limoges, qui culmine en moyenne à 329 m d'altitude, appartient à un espace aux reliefs plus prononcés : le département de la Haute-Vienne s'inscrit géographiquement dans l'ouest du Massif central et se caractérise ainsi par la présence de ses premiers contreforts. Toutefois, ces caractères topographiques doivent être nuancés ; les environs immédiats de la ville ne sont pas marqués par de fortes dénivellations susceptibles de gêner la dispersion de la pollution. La vallée de la Vienne qui traverse Limoges s'élargit et les altitudes des plateaux situés de part et d'autre diminuent, conduisant à des dénivellations assez modérées qui rendent cette vallée peu encaissée. Le site de l'agglomération limougeaude se trouve donc dans une situation intermédiaire entre celles de La Rochelle et Clermont-Ferrand et ne montre pas de caractères très marqués pouvant influencer clairement la dispersion de la pollution locale.

2.3.1.3. Un contexte néfaste à la qualité de l'air dans le bassin de Clermont-Ferrand

Par opposition aux sites littoraux, les espaces soumis à un climat plus continental souffrent d'une moins bonne dispersion des polluants, *a fortiori* s'ils correspondent à un site de cuvette (Dab, Roussel, 2001 ; Ruffieux, 1991). La ville de Clermont-Ferrand présente donc des caractères plus propices à la concentration de la pollution, même si elle n'est pas véritablement soumise à un réel climat continental. Le site se situe en effet à la charnière des influences océanique et continentale. L'amplitude thermique annuelle y est donc plus importante qu'en espace océanique.

En outre, la disposition des reliefs joue également un rôle d'abri : disposée sur un axe nord-sud à l'ouest de Clermont-Ferrand, la chaîne des monts Dômes se trouve perpendiculaire à la circulation générale d'ouest. Cette situation est à l'origine de moindres précipitations sur le versant est, au pied duquel se trouve Clermont-Ferrand (Météo France - <http://france.meteofrance.com>). L'éloignement relatif de l'océan conduit à une répartition annuelle des précipitations qui se rapproche de celle du climat de type continental : été chaud et pluvieux, hiver froid et sec. Mais cette particularité liée aux reliefs contribue également à accroître le nombre d'épisodes atmosphériques calmes. Or, la fréquence des situations anticycloniques, si elle semble *a priori* avantageuse pour la qualité de vie quotidienne de la population, n'est pourtant pas favorable à la dispersion verticale de la pollution atmosphérique locale (Dab, Roussel, 2001). Il est reconnu que les situations anticycloniques sont propices au maintien de la pollution. Un anticyclone est caractérisé par de hautes pressions associées à une subsidence de l'air qui empêche l'ascendance et la formation de nuages convectifs (Beltrando, Chémery, 1995). La présence des hautes pressions entraîne donc une stabilité de l'air qui permet aux substances polluantes de se maintenir aux abords de leur espace d'origine. A l'inverse, les basses pressions favorisent la dispersion des polluants grâce à un brassage de la masse d'air (Dab, Roussel, 2001). Contrairement aux anticyclones, les dépressions se caractérisent par de basses pressions associées à une ascendance de l'air, généralement à l'origine de la formation de nuages, conséquence d'une condensation de la vapeur d'eau, et cause des précipitations. Or, les précipitations permettent de nettoyer l'air (Dorier-Apprill, 2006) : les gaz sont emprisonnés dans le nuage et la pluie entraîne mécaniquement les polluants vers le sol.

Enfin, cette situation néfaste à la dispersion de la pollution est renforcée par les caractères topographiques du site clermontois. Située sur un site en demi-cuvette, la ville de Clermont-ferrand est bordée à l'ouest par la chaîne des monts Dômes qui culminent à 1 465 m d'altitude, et à l'est par une plaine de 300 m d'altitude en moyenne. Or, la localisation d'une ville au sein d'une cuvette est un désavantage pour la dispersion des polluants en situation météorologique stable : les espaces de cuvette sont souvent confrontés à une accumulation nocturne de l'air froid, plus lourd, stagnant naturellement au niveau du sol. Cette situation entraîne donc également une stagnation des polluants. De plus, la présence de ce relief a d'autres impacts climatiques, liés à la stratification verticale de la température. En effet, dans les basses couches de l'atmosphère (la troposphère), la température diminue avec l'augmentation de l'altitude : environ 5°C par kilomètre dans un air humide et 10°C dans un air sec. Or, cette tendance normale peut être remise en cause à l'occasion d'inversions thermiques. Ces dernières se manifestent notamment dans des sites de cuvettes abritées ou des vallées dans lesquelles l'air stagne, et durant des périodes de temps calme et de ciel dégagé. Lors de ces inversions thermiques, la température est alors plus élevée en altitude. Ce phénomène est à l'origine d'épisodes de pollution élevée, la propagation verticale de l'air étant bloquée et les polluants se maintenant à proximité du sol (Dab, Roussel, 2001). Ces

phénomènes sont donc plus fréquents à Clermont-Ferrand qu'à La Rochelle ou Limoges, et conduisent à une accumulation des polluants sur l'agglomération. Dans la ville, située à une altitude moyenne de 400 m, la température minimale moyenne (en fin de nuit) au mois de janvier est du même ordre de grandeur que celle du sommet du Puy de Dôme, qui culmine à 1 465 m (Beltrando, 2004).

Ainsi, les contrastes climatiques et topographiques existants entre ces trois sites induisent des conditions plus ou moins favorables à la concentration de la pollution. Si les caractéristiques de La Rochelle paraissent les plus aptes à la dispersion des polluants, celles de Clermont-Ferrand semblent plus complexes et plus propices au maintien de la pollution, alors que le site de Limoges ne présente pas de caractères particulièrement marqués.

2.3.2. Des investissements environnementaux inégaux

Si les contextes climatiques et topographiques relèvent des caractères intrinsèques de chaque site, d'autres facteurs influençant la qualité de l'air local peuvent, quant à eux, être modifiés par les volontés locales. Ces dernières sont d'ailleurs variables et, à l'image des divergences de pratique, les politiques urbaines locales sont également différentes. Toutes doivent répondre aux impératifs de la loi sur l'air de 1996. Les Plans de Déplacements Urbains (PDU) sont obligatoires pour les agglomérations de plus de 100 000 habitants et les objectifs sont communs : la réduction de la place de la voiture en milieu urbain, au profit des transports en commun et des modes doux. Les communautés d'agglomération de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand ont donc initié un PDU ; mais dans les faits, les aménagements, s'ils portent le même nom, diffèrent.

Tout d'abord, La Rochelle a connu une politique environnementale précoce et a anticipé la loi sur l'air, grâce à l'engagement environnemental de Michel Crépeau, maire de la ville de 1971 à 1999. Les aménagements destinés à limiter l'usage de la voiture en centre-ville sont donc multiples depuis de nombreuses années : des bicyclettes sont mises à disposition du public dès 1974, puis La Rochelle inaugure en 1975 le premier secteur piétonnier de France. En 1976, une surveillance de la qualité de l'air est mise en place, soit vingt ans avant qu'elle ne soit rendue obligatoire par la loi. De plus, la municipalité choisit d'utiliser des véhicules électriques à partir de 1986, puis met en place une offre de location de voitures et scooters électriques en 1995. Un PDU avait déjà été réalisé en 1984 et actualisé en 1993 par le Syndicat Intercommunal à Vocations Multiples (SIVOM) de La Rochelle. Puis, la réalisation d'un nouveau plan de déplacements a été lancée en septembre 1997 par la communauté de villes de La Rochelle, devenue le 1^{er} janvier 2000 communauté d'agglomération de La Rochelle. L'agglomération rochelaise est finalement la première des trois agglomérations étudiées à approuver son PDU, en 2000.

Au contraire, l'agglomération de Limoges présente une politique encore balbutiante de réduction de la pollution d'origine automobile. L'approbation du PDU y est la plus tardive (2003) et les actions menées dans ce cadre sont rares, aussi bien en termes de transports en commun que de stationnement. Cependant, nous pouvons citer un point positif quant aux choix des modes de transports urbains : Limoges est l'une des rares villes de France (avec Lyon et Saint-Étienne) à posséder des lignes de trolleybus, moyen de déplacement non polluant car fonctionnant à l'énergie électrique. Quant à l'agglomération de Clermont-Ferrand, elle a engagé de nombreuses initiatives dans le sens du PDU qu'elle a approuvé en 2001. Le chantier le plus récent, et l'un des plus importants, est celui du tramway : une première ligne, longue de 14 km, a en effet été inaugurée en octobre 2006 et permet une offre

plus grande en termes de fréquence, ainsi qu'une amélioration du réseau de transports existant.

Toutes ces actions seront détaillées et analysées en troisième partie, mais au premier abord, les différences d'engagements entre les trois agglomérations apparaissent assez clairement. Ces divergences d'investissement constituent, du reste, l'un des points centraux de la mise en parallèle de ces espaces urbains. Le fort usage des véhicules automobiles étant défavorable à la qualité de l'air local, les politiques d'urbanisme doivent proposer d'autres alternatives à ce mode de déplacement. L'étude de la pollution, puis des aménagements urbains, permettra de constater les différences qui existent entre les agglomérations et de voir quelles améliorations pourraient être apportées.

Conclusion du chapitre 2

Ces trois villes moyennes sont représentatives d'une France de l'ouest assez peu polluée à l'échelle nationale. Leurs caractéristiques, relatives aux sources de pollution principales, sont ainsi relativement voisines : le développement de la péri urbanisation y étant assez marqué, l'usage de l'automobile s'y est largement répandu pour y devenir la principale source de pollution. Ce nouveau problème constitue donc la cible prioritaire des politiques locales, notamment par l'intermédiaire des Plans de Déplacements Urbains. Mais l'analyse des caractères propres aux trois sites d'étude montre des inégalités face aux émissions atmosphériques locales potentielles. Il semble ainsi que la situation de l'agglomération de La Rochelle soit la plus favorable à la dispersion de la pollution, avantage appuyé par une faible industrialisation et les investissements environnementaux les plus importants. Au contraire, Clermont-Ferrand présente les conditions les plus propices à la concentration de la pollution, désavantage naturel auquel s'ajoute une présence industrielle non négligeable. Ce site semble ainsi être le plus défavorable à la qualité de l'air. Toutefois, ces mauvaises conditions intrinsèques sont modérées par les pratiques en termes de transport, meilleures que dans les deux autres villes, et par les actions entreprises pour limiter l'usage de la voiture. Limoges se pose enfin en agglomération intermédiaire, avec des conditions climatiques et topographiques qui influent peu sur la dispersion des polluants, mais avec une industrialisation assez notable, ainsi que des politiques et pratiques peu développées en matière environnementale. Ces premières conclusions seront alors à vérifier dans l'étude des données de pollution proposée en deuxième partie.

Conclusion de la première partie

Les villes moyennes de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand sont incluses dans des aires urbaines marquées par la péri urbanisation et une présence industrielle modérée, mais inégale, au regard de la moyenne française. Ces caractéristiques d'ordres urbain et économique, associées aux traits spécifiques topographiques et climatiques propres à ces espaces, ont nécessairement des impacts sur les niveaux de pollution de l'air. En dépit de leurs différences, ces trois agglomérations doivent répondre à une organisation commune héritée des directives nationales et européennes. Elles sont ainsi soumises à la surveillance de la qualité de l'air gérée à l'échelle régionale et doivent intégrer la mise en oeuvre des PDU et des politiques de gestion urbaine (transports, cohérence entre urbanisme et déplacements). Les mesures effectuées dans le cadre de cette surveillance permettent de mettre en évidence les contrastes de pollution auxquels sont soumis ces espaces. Quant à la planification locale des transports et de l'urbanisme, elle montre des inégalités dans les implications des communautés d'agglomération pour limiter la pollution d'origine routière. Globalement, on peut constater que ce problème n'est pas suffisamment pris en considération dans les politiques urbaines : la prise de conscience de la pollution est limitée, *a fortiori* dans des espaces urbains peu industrialisés où les niveaux de pollution ne sont pas très élevés en comparaison d'autres villes. Pourtant, en dépit d'une présence industrielle modérée et d'émissions globalement inférieures à la moyenne nationale, ces villes moyennes ressentent les effets nocifs de la pollution. Ces impacts avérés justifient alors l'étude de la pollution au sein de villes moyennes et de la mise en oeuvre des politiques urbaines. Mais il est vrai que la pollution constitue un phénomène complexe parfois difficile à cerner : « la qualité de l'air, correspondant à un ensemble de paramètres physico-chimiques relevant d'indicateurs, n'est pas suffisamment prégnante, contrairement au bruit, pour qu'elle puisse, à elle seule, servir de support à une logique ou à des stratégies territoriales. Tributaire de la dynamique de l'atmosphère comme de celle des sources polluantes, elle varie dans l'espace et surtout dans le temps et est soumise à de multiples aléas et incertitudes » (Roussel, Charles, 2007). Face à la pluralité des origines et causes de la pollution locale, on peut ainsi s'interroger sur la pertinence du choix d'un périmètre spatial bien défini pour l'étude des politiques urbaines (en l'occurrence trois communautés d'agglomérations). Celui-ci répond en fait à une logique d'ordre pratique relative aux politiques de déplacements, celles-ci étant menées, dans le cadre des PDU, à une échelle territoriale bien délimitée. Mais cette restriction comporte bien sûr ses limites : du point de vue de la pollution de l'air en elle-même tout d'abord, mais aussi du point de vue de la mise en place des politiques destinées à gérer les mobilités. L'air est en effet volatil et ne peut être contenu « à l'intérieur d'un périmètre administratif » comme le précisent Roussel et Charles (2007). Sa gestion doit donc s'établir à différentes échelles spatiales et s'opérer dans certains cas en faisant abstraction des frontières administratives. De même, les politiques urbaines devraient résulter d'une collaboration entre les différentes entités et prendre en considération les multiples échelles d'action existantes. Pourtant, la réalité montre que la gestion de la pollution de l'air et les politiques des transports telles qu'introduites par la loi sur l'air sont enfermées à l'échelle locale, dans des espaces aux limites précises découlant d'une organisation administrative et politique du territoire.

PARTIE II :

LA VARIABILITÉ DANS LE TEMPS ET L'ESPACE DE QUELQUES POLLUANTS ATMOSPHERIQUES

La localisation géographique différente des trois agglomérations étudiées induit des spécificités dans les caractères topo climatiques, à l'origine de conditions locales variables d'écoulement de l'air et donc de dispersion des polluants. Mais les divers niveaux de concentration existant entre chaque agglomération, et au sein même d'une agglomération, dépendent avant tout des degrés d'émission des sources polluantes de proximité – le trafic automobile et certaines formes d'activités industrielles – même si la pollution importée sur de grandes distances peut jouer un rôle. La prise en considération de ce facteur de pollution rejoint la définition de la pollution atmosphérique de proximité proposée par Roussel et Charles (2006) : « pollution ambiante qui ne résulte pas majoritairement de transferts atmosphériques à longue distance et est déterminée par le voisinage de sources d'émission fixes ou mobiles ». De surcroît, les conditions météorologiques, très fluctuantes, peuvent être à l'origine de pics de pollution, certes ponctuels, mais parfois intenses, en situation stable. A une variabilité spatiale de la pollution s'ajoute donc une variabilité temporelle qui se manifeste à toutes les échelles de temps, en corrélation avec les activités humaines.

La pollution urbaine étant soumise à des fluctuations aux origines multiples, il est donc nécessaire de l'examiner selon divers niveaux.

Le premier chapitre s'attachera à présenter les données utilisées dans le cadre de cette étude et leurs origines : des stations de mesure des associations de surveillance de la qualité de l'air aux sites météorologiques de Météo France. L'objectif du deuxième chapitre sera ensuite d'évaluer les ressemblances et les particularités existant entre les sites à plusieurs échelles – pluriannuelle, mensuelle, hebdomadaire et quotidienne – au regard des teneurs en quatre substances considérées comme majeures : le dioxyde d'azote, le dioxyde de soufre, les particules en suspension et l'ozone. Enfin, le troisième chapitre s'intéressera aux variations temporelles et spatiales d'un polluant caractéristique du trafic automobile – le monoxyde de carbone – au sein d'un espace restreint : l'hypercentre de Limoges.

Toutes ces observations et analyses, si elles permettent de cerner les tendances générales communes aux trois agglomérations et les spécificités locales, sont aussi un moyen de mieux appréhender la vulnérabilité des différents espaces urbains face à la pollution : à ce titre, elles se posent comme un élément propre à servir les politiques de réorganisation des agglomérations.

Chapitre 1. Des données diverses pour l'étude des variations de la pollution en NO₂, SO₂, PM10 et O₃

Plusieurs types de données issues des structures officielles sont nécessaires à l'étude de la pollution de l'air. La loi sur l'air de 1996 a en effet imposé la surveillance de cette dernière par l'État, accompagnée d'une information du public et de la définition de normes de concentrations. Cette surveillance relève d'organismes régionaux, les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA), chargées de contrôler les teneurs en sept polluants, au sein des agglomérations de plus de 100 000 habitants : le dioxyde de soufre, le dioxyde d'azote, le monoxyde de carbone, les particules en suspension, l'ozone, le plomb et le benzène. Les données issues de ces mesures constituent alors la partie indispensable pour analyser les niveaux de pollution au sein des agglomérations de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand, dégager et comprendre les variations temporelles et spatiales des concentrations polluantes. Ces résultats fluctuent à diverses échelles de temps, mais varient également dans l'espace, sous l'influence des caractères qualitatifs et quantitatifs des sources d'émissions (le trafic routier essentiellement, mais aussi les activités industrielles), ainsi que des conditions météorologiques. Ces paramètres doivent donc être pris en considération dans l'étude de la pollution, et notamment les mesures des variables atmosphériques réalisées par Météo France, relatives aux températures, vents et pressions atmosphériques. L'ensemble de ces éléments va ainsi permettre de mieux cerner les caractéristiques de l'air de chacune des trois agglomérations, à la lumière des facteurs les plus influents sur les concentrations polluantes.

1.1. La pollution de l'air : des mesures réalisées par les AASQA

Les données fondamentales pour l'étude des concentrations en polluants proviennent des mesures réalisées par les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) sur les trois agglomérations. Cette qualité y est contrôlée par trois AASQA : Atmo Poitou-Charentes pour La Rochelle, Limair pour Limoges et Atmo Auvergne pour Clermont-Ferrand. Chacune de ces associations gère l'ensemble du dispositif de mesures disposé sur l'espace régional auquel elle appartient, beaucoup de stations étant réparties au sein de l'agglomération principale de la région.

Si la mise en place du réseau national de mesures a été rendu obligatoire par la loi sur l'air de 1996, certaines communes ont anticipé cet impératif en mettant en place un système de surveillance plusieurs années auparavant. Conformément aux politiques locales qui s'investissent dans le domaine environnemental, les municipalités de La Rochelle et Clermont-Ferrand ont pris conscience des enjeux de la pollution atmosphérique assez précocement, à l'inverse de Limoges où aucune anticipation n'a eu lieu.

A Limoges, la création de l'association Arqal, devenue Limair, date de novembre 1996 et coïncide donc avec la mise en place de la Loi sur l'air. Au contraire, la création d'une association à La Rochelle remonte à l'année 1976 et a donc précédé de vingt ans la mise en place de la Loi sur l'air. En 1994, l'Association pour la Mesure de la Pollution Atmosphérique à La Rochelle (AMPALR) s'étend à toute la région Poitou-Charentes et devient l'Association Régionale pour la mesure de la Qualité de l'Air en Poitou-Charentes (AREQUA). Enfin,

l'AREQUA devient ATMO Poitou-Charentes en 2000 et évalue la qualité de l'air sur l'ensemble du territoire régional. Cette mise en place anticipée d'une politique environnementale correspond à une volonté politique : Michel Crépeau, Maire de La Rochelle de 1971 à 1999 (et Ministre de l'environnement de 1981 à 1983) a initié ce mouvement. De même, à Clermont-Ferrand, quelques stations existaient déjà en 1966 pour des mesures de l'acidité forte, des fumées noires et du monoxyde de carbone : elles appartenaient à la municipalité, qui les gérait. En 1986 est créée l'Association pour la Mesure de la Pollution Atmosphérique de l'Agglomération Clermontoise (AMPAC), qui s'étend en 1989 au territoire régional et acquiert progressivement du matériel de mesure plus performant, avant de devenir ATMO Auvergne en 1999.

Désormais, toutes les associations répondent aux mêmes exigences de fonctionnement. D'un point de vue technique, toutes les stations de mesures sont équipées de plusieurs analyseurs automatiques mesurant chacun un polluant donné et archivant les résultats tous les quart d'heure. Les mesures sont ainsi effectuées en continu, 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7.

Le décret 98-360 du 6 mai 1998 précise que la surveillance, obligatoire pour les agglomérations de plus de 100 000 habitants, doit être opérée au moyen de stations fixes. Ces dernières sont de natures différentes : stations dites de fond – urbaines, péri urbaines et rurales – et stations de type trafic ou industriel. Les stations de fond sont localisées dans des espaces relativement éloignés des sources d'émissions et présentent donc la qualité de l'air moyen respiré en zone urbaine (dans les centres urbains), péri urbaine (à la périphérie des espaces centraux) ou rurale (dans des secteurs à faible densité de population). Dans ce cas, l'air ambiant est prélevé à environ 3 m au-dessus du substrat au moyen d'une tête de prélèvement (figure 22). A l'inverse, les stations de type trafic sont situées à moins de 5 m des voies de circulation et mesurent une pollution directement influencée par les émissions routières, à laquelle sont soumis les riverains, les automobilistes et les piétons. Toutefois, les capteurs des stations de proximité automobile peuvent être situés à une hauteur supérieure à celle des piétons, et surtout à celles des enfants ou des poussettes : ainsi, les valeurs mesurées ne sont pas parfaitement représentatives des concentrations polluantes respirées par les personnes empruntant les trottoirs. Enfin, les stations industrielles prennent en compte les émissions de proximité issues d'établissements industriels. Dans tous les cas, les mesures sont tributaires de l'environnement des capteurs d'enregistrement (végétation, immeubles dans le voisinage, parkings, ...) et des conditions météorologiques du moment. De plus, les mesures obtenues ne sont pas représentatives de la pollution à laquelle est soumise toute l'agglomération : les stations de mesure des associations sont bien sûr limitées en nombre et ne donnent donc connaissance que des niveaux de pollution sur les lieux de mesures. Elles proposent en effet des données relevant d'un échantillon spatial de localisations et leur positionnement est défini par le biais d'études permettant de montrer la représentativité de chaque site. Dans une directive de 2005 émanant du parlement et du conseil européens, concernant la qualité de l'air ambiant en Europe, il est précisé (annexe III) que les « sites consacrés à la pollution de fond urbaine [...] doivent en principe être représentatifs de plusieurs kilomètres carrés ». Mais une telle situation reste *a priori* difficile à vérifier. Les concentrations constatées sur les stations sélectionnées ne sauraient donc témoigner de la pollution d'une ville tout entière.

Ensuite, les données enregistrées par les analyseurs automatiques sont transmises et stockées dans un Système d'Acquisition de Mesure (SAM) avant que celui-ci ne les transmette toutes les deux heures au système informatique central de l'association. Enfin, les données sont diffusées auprès de la Base de Données nationale de la Qualité de l'Air (BDQA) et du public grâce aux divers outils d'information dont dispose l'association de surveillance.

Des étalonnages réguliers sont effectués sur chaque station, à partir des étalons nationaux du Laboratoire National d'Essais, afin d'obtenir les résultats les plus fiables possibles.

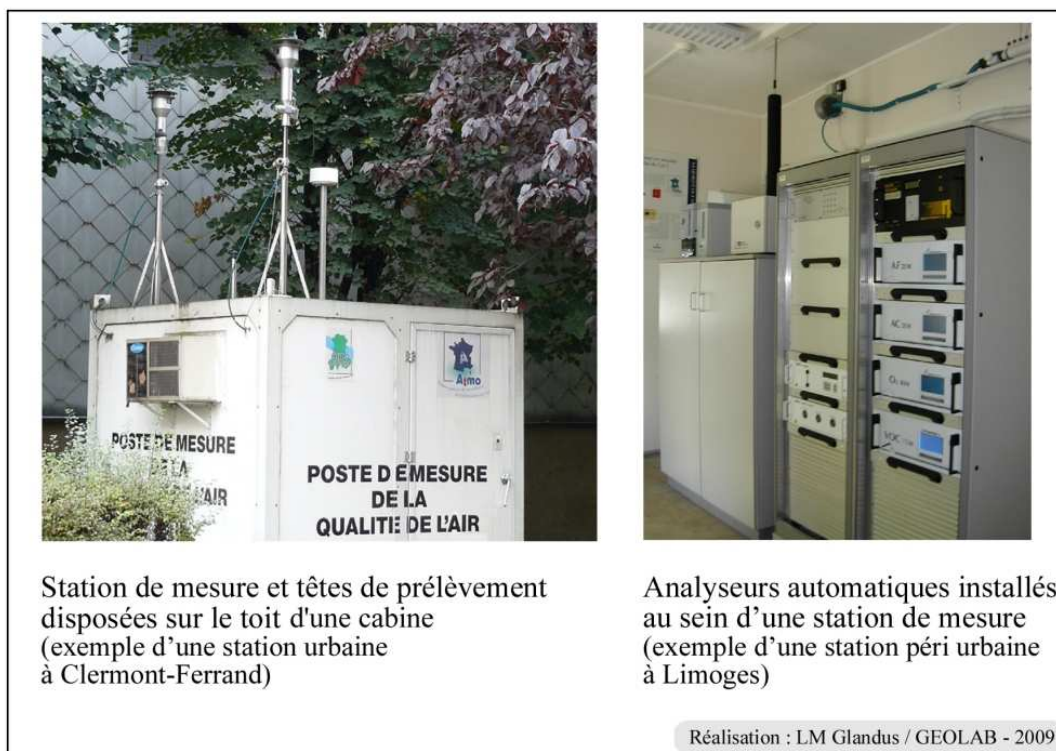


Figure 22 : Surveillance de la pollution par l'intermédiaire de stations de fond
(Photos : LM Glandus ; Limair)

1.1.1. Des stations de mesure plus ou moins nombreuses sur les trois agglomérations

En 2006, sur l'agglomération de Clermont-Ferrand, Atmo Auvergne contrôle dix stations de mesure : quatre considérées comme urbaines, trois comme péri urbaines, deux comme trafic et une comme rurale située au sommet du Puy de Dôme. Quant à l'agglomération de La Rochelle, elle en possède cinq, dont une urbaine, deux péri urbaines, une trafic et une industrielle. Enfin, l'agglomération de Limoges ne dispose que de trois stations : deux urbaines et une péri urbaine. L'association Limair envisageait de supprimer l'une de ses deux stations de type urbain et de créer une station de type trafic, afin de répondre aux exigences européennes. L'Ademe rendait au départ obligatoire dans chaque agglomération la présence de trois stations de fond, alors que l'Union Européenne n'en demande plus désormais que deux : une station urbaine et une station péri urbaine, auxquelles il faut également ajouter une station de proximité automobile (de type trafic). Ainsi, à Limoges, une station trafic (localisée place d'Aine, en centre-ville) est désormais opérationnelle depuis 2009, et la seconde station urbaine (Madoumier) a été définitivement fermée en janvier 2010.

Les données recensées pour la présente étude proviennent de ces 18 stations et correspondent aux moyennes quotidiennes – soit les moyennes des données transmises toutes les deux heures – de 1998 à 2006 (les stations de mesures de Limoges n'ayant été mises en service qu'en 1998), des concentrations en cinq substances : le monoxyde d'azote (NO), le

dioxyde d'azote (NO₂), le dioxyde de soufre (SO₂), les particules en suspension de diamètre inférieur à 10 microns (PM10) et l'ozone (O₃). Si les moyennes mensuelles apparaissent comme beaucoup trop imprécises (car masquant les pics ponctuels de pollution), la possession des moyennes journalières permet une étude plus approfondie. Des moyennes horaires auraient à ce titre permis une analyse beaucoup plus précise, mais leur obtention, en début de thèse, n'a pas été possible sur une telle période.

1.1.2. Un choix nécessaire : dix stations de mesure retenues pour l'étude

Parmi les 18 stations des agglomérations étudiées, toutes n'offrent pas de données sur la totalité de la période souhaitée et certaines présentent de nombreuses lacunes dans les séries de données ; en conséquence, seules quelques unes ont été conservées. Leur sélection s'est appuyée sur plusieurs critères : le type et la localisation, les années de mesures et la fiabilité des séries de données. Les stations présentant trop de données manquantes, notamment durant des périodes de plusieurs jours contigus, voire plusieurs mois, ne pouvaient pas être retenues. Il était indispensable, dans la mesure du possible, de retenir des stations relevant des trois types principaux : urbain, péri urbain et trafic. En effet, ces divers sites de mesure sont censés représenter des contextes urbains différents : les stations de type urbain permettent de qualifier la pollution de fond présente aux centres des villes, dans des situations de trafic automobile plus intense que dans les zones où sont localisées les stations péri urbaines. Les stations de type trafic apportent, quant à elles, un éclairage sur les niveaux de pollution existant aux abords immédiats des voies de circulation des centres-villes.

Dix stations ont été retenues sur les trois agglomérations, soit trois sites de natures différentes par agglomération (trafic, urbaine et péri urbaine), auxquels s'ajoute pour l'agglomération de Clermont-Ferrand la station rurale du Puy de Dôme, qui présente des conditions différentes des autres, n'étant pas située en milieu urbain. Une exception apparaît cependant à Limoges, où les deux stations urbaines ont été sélectionnées, en l'absence d'une station de type trafic au moment de l'acquisition des données.

Parmi tous ces sites figurent tout d'abord deux stations de type trafic, présentant l'intérêt de mesurer les niveaux de pollution de l'air respiré en espace central. Ces deux sites de mesures sont directement soumis à l'influence de la circulation automobile du centre-ville :

- La Grille, située rue de la Grille à La Rochelle : sur une rue étroite à sens unique ;



Figure 23 : Station trafic La Grille de La Rochelle

(Photos : LM Glandus)

- Gaillard, située place Gilbert Gaillard à Clermont-Ferrand : sur un terre-plein central entouré de quatre voies de circulation (deux de chaque côté).

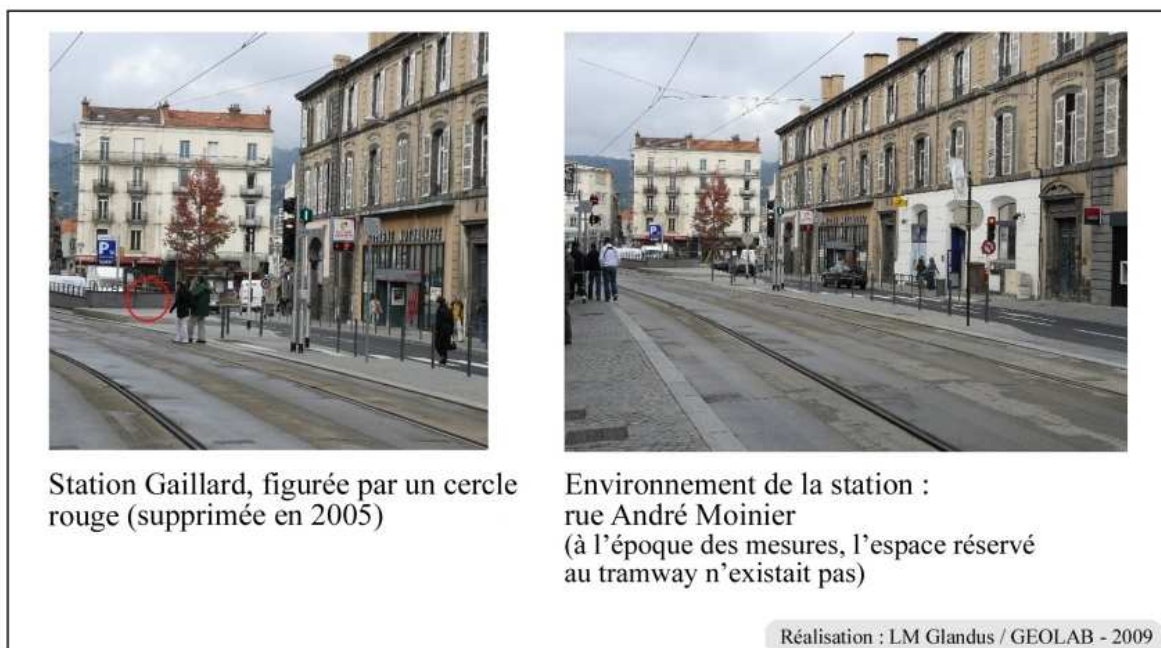


Figure 24 : Station trafic Gaillard de Clermont-Ferrand

(Photos : LM Glandus)

Ensuite figurent quatre stations de fond de type urbain :

- Verdun, située place de Verdun à La Rochelle : au centre d'une place occupée d'un côté par un parking, de l'autre par une esplanade piétonnière et au-dessus de la voie d'accès d'un parking souterrain ;



Figure 25 : Station urbaine Verdun de La Rochelle
(Photos : LM Glandus)

- Présidial, située place du Présidial à Limoges : sur le toit d'un bâtiment situé sur une place du centre-ville, utilisée comme parking ;



Figure 26 : Station urbaine Présidial de Limoges
(Photos : LM Glandus)

- Madoumier, située rue Marcel Madoumier à Limoges : à proximité d'une école et à environ 300 m du boulevard périphérique de Limoges ;



Figure 27 : Station urbaine Madoumier de Limoges
(Photos : LM Glandus)

- Delille, située avenue d'Italie à Clermont-Ferrand : au sein d'un parking bordé par des immeubles.



Figure 28 : Station urbaine Delille de Clermont-Ferrand
(Photos : LM Glandus)

Puis figurent trois stations de fond de type péri urbain :

- Vaugouin, située rue de Vaugouin à La Rochelle : sur un mur d'école longeant une rue à double sens peu fréquentée. Mais elle se trouve à environ 1 km de la zone industrielle de Chef-de-Baie où se situent plusieurs établissements polluants. Cette station a d'ailleurs été implantée dès 1976 pour des raisons de pollution industrielle ;

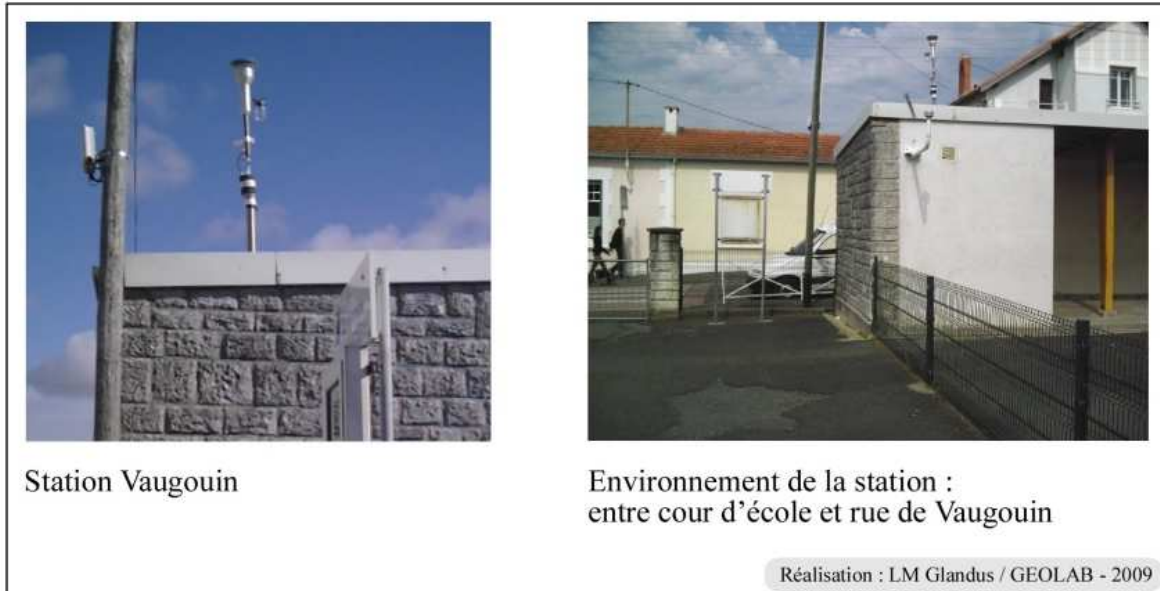


Figure 29 : Station péri urbaine Vaugouin de La Rochelle
(Photos : ATMO Poitou-Charentes)

- Garros, située allée Roland Garros au Palais-sur-Vienne, au nord-est de Limoges : à l'extrémité d'une voie sans issue très peu fréquentée, mais à environ 900 m de l'usine d'incinération de Limoges ;

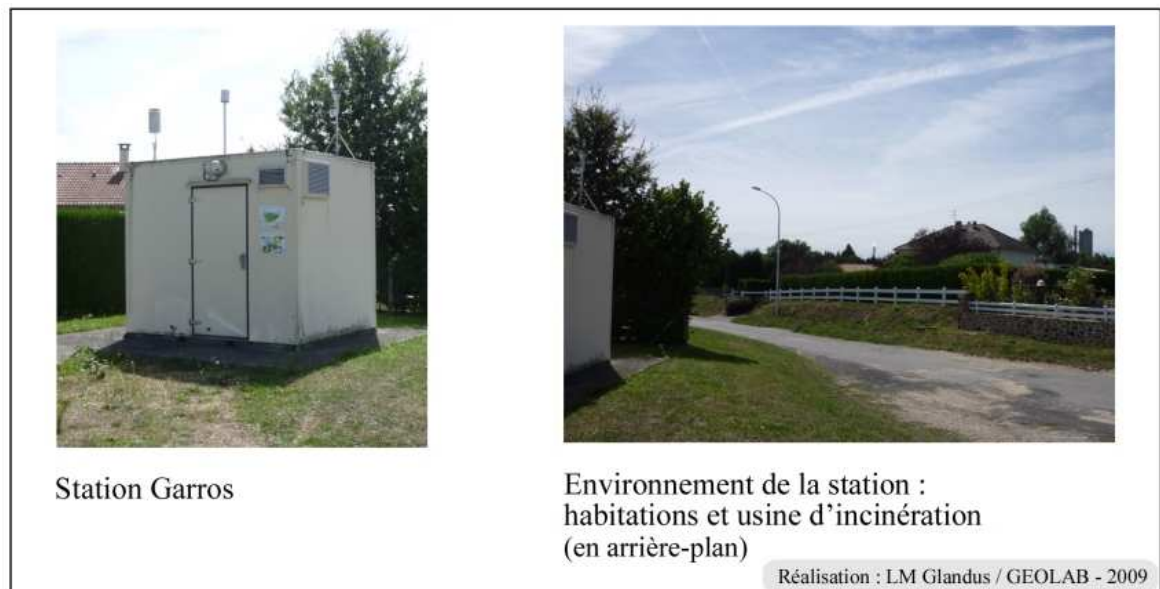


Figure 30 : Station péri urbaine Garros de Limoges
(Photos : LM Glandus)

- Royat, située rue Jules Ferry à Royat, au sein de l'agglomération de Clermont-Ferrand : dans des conditions similaires à celles de la station Vaugouin, soit sur un bâtiment scolaire bordant une rue à double sens, mais peu fréquentée. Cependant, la station est implantée au débouché d'une vallée, au sein d'un site légèrement encaissé et étroit, Royat étant situé à l'ouest de Clermont-Ferrand, sur la route du Puy de Dôme.



Figure 31 : Station péri urbaine Royat de Clermont-Ferrand

(Photos : LM Glandus)

Enfin figure la station rurale située à 1 465 m d'altitude, au sommet du Puy de Dôme : ce dernier est accessible par une route privée payante, fermée aux mois de janvier et février, ainsi que les jours durant lesquels les conditions sont mauvaises (neige ou verglas). La station ne semble être soumise essentiellement qu'à une pollution de proximité d'origine automobile. Mais elle peut aussi éventuellement être confrontée à une pollution importée de régions plus polluées, les substances polluantes pouvant être transportées sur de longues distances par le mouvement des masses d'air (Beck et *al.*, 1999 ; Deletraz, 2002 ; Dudouit Fichet, 2006).



Figure 32 : Station rurale du Puy de Dôme

(Photos : LM Glandus ; © TDF)

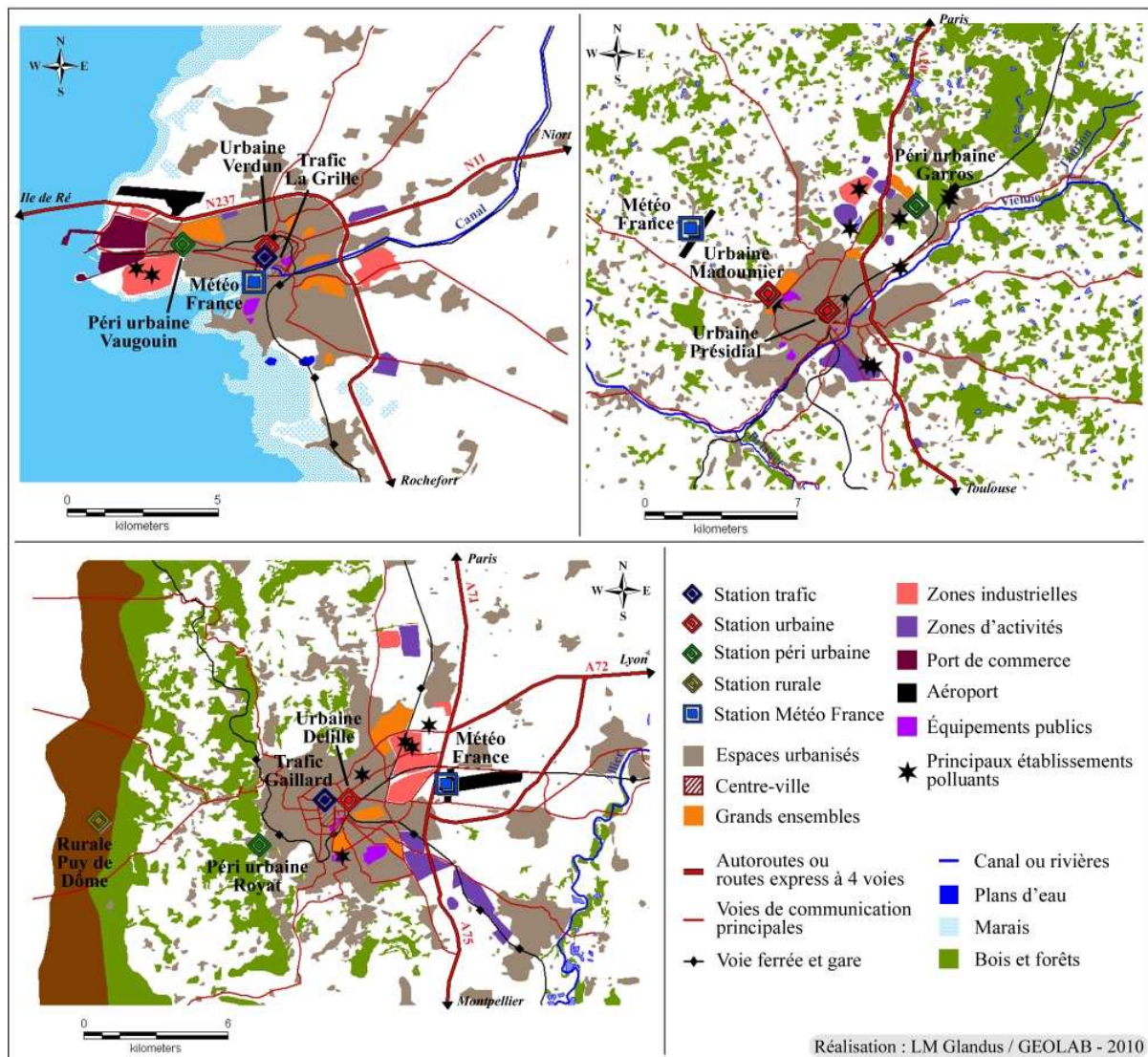


Figure 33 : Stations de surveillance de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand parmi les aménagements urbains des agglomérations

Au regard de la figure 33, le manque d'uniformité de situation entre les stations péri urbaines ressort tout particulièrement. La station Royat de Clermont-Ferrand, localisée à la limite de l'espace urbanisé, s'oppose aux stations Vaugouin de La Rochelle et Garros de Limoges. Ces dernières sont implantées à proximité d'installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) – et du port de commerce dans le cas de La Rochelle – dont certaines sont particulièrement polluantes (émissions de CO₂, NO_x, PM₁₀, COV et métaux lourds essentiellement). De ce fait, ces sites de mesure risquent de ne pas être représentatifs d'une qualité de l'air moyen en zone péri urbaine. Au sein de l'agglomération de Limoges, la station Madoumier paraît plus apte à témoigner de la pollution péri urbaine, bien qu'étant répertoriée comme station de type urbain et étant voisine d'une ICPE (la chaufferie de L'Aurence, recensée pour une pollution en CO₂ uniquement).

Les polluants mesurés par chaque station et les dates de disponibilité des mesures sont récapitulés dans le tableau XI.

Tableau XI : Polluants mesurés au sein de chacune des stations retenues

Stations		Agglomérations	Polluants mesurés
Trafic	La Grille	La Rochelle	NO, NO ₂ , CO Du 01/01/1998 au 31/12/2006
	Gaillard	Clermont-Ferrand	NO, NO ₂ , SO ₂ , PM10 Du 01/01/1997 au 31/03/2005
Urbain	Verdun	La Rochelle	NO, NO ₂ , SO ₂ , PM10, O ₃ Du 01/01/1998 au 31/12/2006
	Présidial	Limoges	NO, NO ₂ , SO ₂ , PM10, O ₃ Du 22/01/1998 au 28/12/2006
	Madounier	Limoges	NO, NO ₂ , SO ₂ , PM10 Du 01/01/1998 au 28/12/2006
	Delille	Clermont-Ferrand	NO, NO ₂ , PM10, PM2.5, O ₃ Du 25/12/1997 au 31/12/2006
Péri urbain	Vaugouin	La Rochelle	NO, NO ₂ , SO ₂ , PM10, O ₃ Du 01/01/1998 au 31/12/2006
	Garros	Limoges	NO, NO ₂ , SO ₂ , PM10, O ₃ Du 13/11/1998 au 28/12/2006
	Royat	Clermont-Ferrand	NO, NO ₂ , SO ₂ , O ₃ Du 01/01/1996 au 31/12/2006
Rural	Puy de Dôme	Clermont-Ferrand	NO, NO ₂ , O ₃ Du 01/01/1996 au 31/12/2006

Parmi les très nombreuses substances présentes dans l'air, seuls quatre polluants ont été retenus pour cette étude : NO₂, SO₂, PM10 et O₃. Ceux-ci font partie des sept polluants (avec le monoxyde de carbone, le plomb et le benzène) considérés comme majeurs par la loi française, et correspondent aux sous-indices de l'indice ATMO destiné à informer la population sur les niveaux de pollution quotidiens. Ces quatre polluants sont, de ce fait, les plus couramment surveillés : leur mesure est ainsi disponible sur toutes les agglomérations

La période d'étude s'étend du 1^{er} janvier 1999 au 28 décembre 2006, les mesures de pollution sur la station péri urbaine de Limoges (Garros) n'ayant débuté qu'en novembre 1998. Cependant, il doit être noté que la station Gaillard de Clermont-Ferrand ne présente des résultats de mesures que du 1^{er} janvier 1999 au 31 mars 2005 et ne couvre donc pas toute la période d'étude. Cette station de type trafic a, certes, été remplacée en 2005, mais l'implantation étant différente, la nouvelle station n'a pas été retenue pour couvrir les 21 mois restants.

Ces séries de données représentent un total théorique de 90 489 valeurs quotidiennes, dont 84 712 seulement sont utilisables pour l'étude de la pollution, car 5 777 d'entre elles (soit 6,4% du total) sont inexploitable, comme le montre le tableau XII (Cf. tableau détaillé en annexe 2).

Tableau XII : Total des données et taux de lacunes au sein de chaque série de données

Stations	NO ₂		SO ₂		PM10		O ₃	
	Total	Lacunes (en %)	Total	Lacunes (en %)	Total	Lacunes (en %)	Total	Lacunes (en %)
La Grille	2919	3,1						
Gaillard	2919	24,0	2919	23,8	2919	29,5		
Verdun	2919	7,3	2919	30,7	2919	4,8	2919	2,0
Présidial	2919	1,4	2919	1,4	2919	1,2	2919	1,4
Madournier	2919	3,6	2919	0,7	2919	3,2		
Delille	2919	1,9			2919	1,3	2919	1,3
Vaugouin	2919	4,3	2919	4,6	2919	4,8	2919	2,0
Garros	2919	13,1	2919	1,7	2919	0,4	2919	0,6
Royat	2919	2,5	2919	12,7			2919	1,5
Puy de Dôme	2919	3,4					2919	3,7
TOTAL	29 190	6,5	20 433	10,8	20 433	6,4	20 433	1,8

Les lacunes sont le plus souvent dues à des pannes techniques sur les analyseurs. Mais elles peuvent également être liées à des périodes d'arrêt pour maintenance ou à des invalidations pour plusieurs raisons : une détection de valeurs aberrantes ou des conditions de mesures particulières ne reflétant pas la situation normale (travaux aux abords de la station par exemple). Les mesures incohérentes sont alors éliminées des séries par les techniciens des associations de surveillance.

Le pourcentage de lacunes des séries issues de la station trafic de Clermont-Ferrand (Gaillard) est particulièrement élevé, du fait de l'arrêt de l'activité de la station en mars 2005. Ainsi, l'utilisation des données issues de ce site ne s'appuie que sur une période plus restreinte (du 1^{er} janvier 1999 au 31 mars 2005). De même, les lacunes pour le SO₂ (10,8%) étant assez nombreuses et se concentrant principalement sur les années 2005 et 2006, la période d'étude retenue pour ce polluant ne s'étend que du 1^{er} janvier 1999 au 31 décembre 2004 (cette sélection aboutissant à seulement 3,2% de lacunes).

Les valeurs absentes ont été ignorées pour les traitements classiques que sont les calculs des moyennes et coefficients de variation à diverses échelles temporelles (années, mois et semaines). Cependant, la réalisation d'Analyses en Composantes Principales (ACP) n'a pris en compte que la période du 1^{er} janvier 1999 au 31 décembre 2004, afin de pallier le fort déficit des séries de données de la station Gaillard, mais également des stations Verdun, Garros et Royat en 2006. De plus, dans le cadre de ces ACP, les lacunes ont été comblées par le biais du logiciel Hydrolab (Laborde, Mouhous, 1998).

1.2. L'influence de la météorologie : des mesures réalisées par

Météo France

L'étude de la variabilité temporelle de la pollution, à l'échelle saisonnière et à l'échelle journalière, nécessite des données météorologiques. Les concentrations des polluants varient en effet en grande partie selon les types de temps : la dispersion horizontale est influencée par la vitesse du vent et les températures déterminent la dispersion verticale. Ces dernières sont également déterminantes dans le développement de la pollution photochimique. Enfin, les variations de pression influent différemment sur le brassage de l'air et la turbulence.

Ainsi, nous avons acquis les paramètres météorologiques quotidiens moyens suivants (climathèque de Météo France), pour la période d'étude (du 1^{er} janvier 1999 au 28 décembre 2006) :

- Température moyenne quotidienne de l'air sous abri à 1,70 m (en °C) ;
- Pression réduite quotidienne au niveau de la mer (en hPa) ;
- Vitesse du vent maximal quotidien, en moyenne sur 10 min à 10 m (en m/s) ;
- Direction du vent maximal quotidien, en moyenne sur 10 min à 10 m (rose de 360°).

L'exploitation des valeurs obtenues doit cependant être menée avec prudence : les données de vitesse du vent quotidien correspondent à la vitesse du vent maximal, en moyenne sur 10 min (en m/s), et non à une moyenne sur la journée. Les vents maximaux enregistrés peuvent donc ne pas refléter la situation réelle d'une journée. En effet, dans certains cas, ils peuvent correspondre à des bourrasques, qui se manifestent ponctuellement au sein des 24 heures, et qui n'ont ainsi pas d'impact sur la moyenne journalière des concentrations polluantes. Les mesures du vent moyen journalier seraient donc plus judicieuses, mais les données sélectionnées présentaient l'avantage d'avoir été mesurées dans les mêmes conditions sur les trois sites.

Ceci représente un total de 35 064 données, avec seulement 55 lacunes, rendant cette base de données relativement complète. Ces moyennes quotidiennes sont calculées à partir des valeurs tri horaires mesurées sur 10 min. Ces données proviennent des stations du réseau synoptique de Météo France sur les trois agglomérations, l'impératif étant de pouvoir posséder les mêmes types de données pour chaque station. A Clermont-Ferrand, la station Aulnat est située sur l'aéroport d'Aulnat, à 331 m d'altitude. Elle prend place dans la plaine, au sein d'un environnement dégagé, à l'est de Clermont-Ferrand. A Limoges, la station Bellegarde est elle aussi située sur l'aéroport, à 402 m d'altitude. Le site, au nord-ouest de Limoges, bénéficie d'un environnement dégagé. A La Rochelle, la station Le Bout Blanc est localisée dans un quartier urbanisé du sud de la ville, à 400 m de l'océan et à 4 m d'altitude.

Enfin, il est à noter que les moyennes quotidiennes des concentrations polluantes et des mesures réalisées par Météo France s'opèrent sur la base des observations comprises entre 0h et 23h UTC.

Cependant, comme le montrent les cartes précédentes (figure 33), ces mesures présentent l'inconvénient d'être réalisées sur des sites différents des stations de mesures de la pollution. Il existe donc des différences dans les conditions météorologiques auxquelles sont soumises ces diverses stations, notamment pour les temps stables où la variabilité spatiale des paramètres météorologiques peut être élevée. L'idéal serait en fait de posséder, pour chaque station de mesures de l'air, une station météorologique.

1.3. Des données au service d'analyses temporelles et spatiales de la pollution

Les différents espaces d'une agglomération ne sont pas soumis aux mêmes niveaux de concentrations, en fonction de facteurs aussi variés que la proximité des sources et les niveaux d'émissions de ces dernières, ainsi que la topographie. Mais la pollution varie également d'un jour à l'autre, et au sein même d'une journée, selon les conditions météorologiques.

D'une part, l'objectif principal du travail est de mettre en évidence la variabilité temporelle de la pollution de l'air à diverses échelles : pluriannuelle, saisonnière, hebdomadaire et journalière. A ce titre, les données quotidiennes se révèlent indispensables,

car permettant de discerner les épisodes de pollution plus intense que masquent des moyennes mensuelles. L'étude principale s'attache donc à établir une corrélation entre les concentrations journalières, et notamment les concentrations les plus élevées, et les paramètres météorologiques. Ensuite, l'étude des épisodes de pollution peut être confrontée aux sources d'émissions principales, afin de déterminer l'origine, ou les origines, des concentrations mesurées sur chaque station : les origines liées au trafic automobile, en tenant compte de la proximité des voies de circulation, et les origines liées aux activités industrielles, en prenant en considération la direction du vent.

D'autre part, à l'issue de ces études, des tendances spatiales de pollution doivent se dégager au sein de chacune des agglomérations, et entre elles trois, selon les contextes propres à chaque site de mesure, la nature des sources d'émissions et leur distance à la station. Les stations de type trafic, localisées dans des zones assez fréquentées des centres-villes, et au contact des voies de circulation, sont *a priori* susceptibles d'enregistrer les valeurs les plus élevées. Pour ce qui concerne les sources mobiles de pollution, représentées essentiellement en milieu urbain par les véhicules automobiles, les municipalités possèdent sur certaines voies des postes de contrôle réalisant quotidiennement des comptages, permettant de connaître le trafic moyen. Ceux-ci peuvent alors s'avérer utiles pour évaluer plus clairement l'impact de la circulation automobile sur les concentrations enregistrées. Cependant, nous avons été confrontés à une limite d'ordre pratique : si les comptages effectués rue de la Grille à La Rochelle ont pu nous être transmis, cela n'a pas été le cas pour ceux de la place Gilbert Gaillard à Clermont-Ferrand. Les comparaisons des mesures sur ces deux sites restent donc limitées, les valeurs de pollution obtenues ne pouvant être mises en relation avec les degrés de circulation.

L'étude des données de pollution s'est basée, entre autres, sur des analyses statistiques, et plus particulièrement des Analyses en Composantes Principales (ACP), présentées en annexe 3.

Enfin, la réalisation des traitements statistiques classiques s'est appuyée sur l'étendue des distributions (tris croissants des valeurs), la moyenne des valeurs et le coefficient de variation (CV), calculé à partir de l'écart type (σ) et de la moyenne (m) : $CV = \sigma / m$.

Conclusion du chapitre 1

L'étude de la pollution sur les agglomérations de Clermont-Ferrand, La Rochelle et Limoges s'appuie donc sur des résultats de mesure en provenance d'un maximum de dix stations, implantées dans des environnements différents, pour une période couvrant six ou huit années. Les concentrations en NO₂, SO₂, PM10 et O₃ issues de stations de types trafic, urbain, péri urbain et rural, vont ainsi pouvoir être étudiées à diverses échelles temporelles, via le recours à plusieurs traitements statistiques. Ces derniers permettront également de distinguer les contrastes spatiaux des niveaux de pollution, bien que des réserves restent à faire quant à la représentativité des stations de mesure, dont le nombre est limité. L'environnement immédiat des sites de surveillance a, de plus, un impact considérable sur les teneurs en polluants. Les fluctuations de ces dernières doivent ainsi être observées en tenant compte de la proximité du trafic routier et de la localisation des principales installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) répertoriées au sein des trois agglomérations, mais également des paramètres météorologiques contrôlant les dispersions verticale et horizontale des polluants, ainsi que le développement des épisodes de pollution photochimique : les températures, pressions, vitesses et directions des vents, mesurées par Météo France au sein de chacune de ses stations principales sur les trois agglomérations. La prise en considération

de tous ces paramètres fera apparaître les caractéristiques réelles de chacune des stations de mesure de pollution, dont le qualificatif réglementaire masque les particularités de leur environnement spécifique : les stations péri urbaines, par exemple, présentent-elles des valeurs similaires ou sont-elles soumises à des influences très distinctes ?

Chapitre 2. Des niveaux de pollution variables dans le temps

Les sites de mesure implantés par les associations régionales de surveillance permettent de qualifier la qualité de l'air au sein d'une zone spécifique (le centre-ville, dans le cadre des stations de type trafic) et au sein de chacune des agglomérations, par le biais des stations de fond. L'étude des valeurs qui en sont issues met en avant une fluctuation des concentrations au sein de chaque agglomération, à diverses échelles temporelles. La pollution évolue en effet d'année en année, mais également au gré des saisons et des semaines, ainsi que d'une journée à l'autre. Ces contrastes dans les niveaux de concentrations en NO₂, SO₂, PM10 et O₃ sont étroitement liés à la participation des sources d'émissions principales (le trafic routier et les activités industrielles) d'une part, et des fluctuations des conditions météorologiques d'autre part. La prise en compte de l'environnement des sites et des paramètres météorologiques (pression atmosphérique, mais surtout températures, vitesses et directions des vents) aide à mieux cerner les origines des teneurs et leurs fluctuations, en particulier à l'occasion de pics de pollution journaliers. Si le trafic automobile, fortement présent au sein des agglomérations, et plus encore au cœur des espaces centraux, peut être mis en évidence comme un acteur majeur de la pollution globalement mesurée, les installations industrielles peuvent, quant à elles, jouer un rôle dans certains épisodes de pollution. Les sites sont alors inégaux face aux émissions, cet aspect venant superposer à la variabilité temporelle, une variabilité spatiale, perceptible au sein de chacune des agglomérations de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand, mais également entre elles trois.

2.1. Des évolutions dans les concentrations annuelles entre 1999 et 2006

L'étude des moyennes annuelles des dix stations sélectionnées permet de distinguer l'évolution des concentrations sur les périodes d'étude (du 1^{er} janvier 1999 au 28 décembre 2006 pour les NO₂, PM10 et O₃, du 1^{er} janvier 1999 au 31 décembre 2004 pour le SO₂), puis de mettre ces résultats en parallèle avec les normes de qualité de l'air aux échelles temporelles d'une part, et avec ceux de villes françaises différentes d'autre part.

2.1.1. Une pollution globale en légère baisse à La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand

L'étude des concentrations moyennes annuelles sur les dix stations des trois agglomérations (figure 34) fait ressortir une baisse générale de la pollution, à quelques exceptions près.

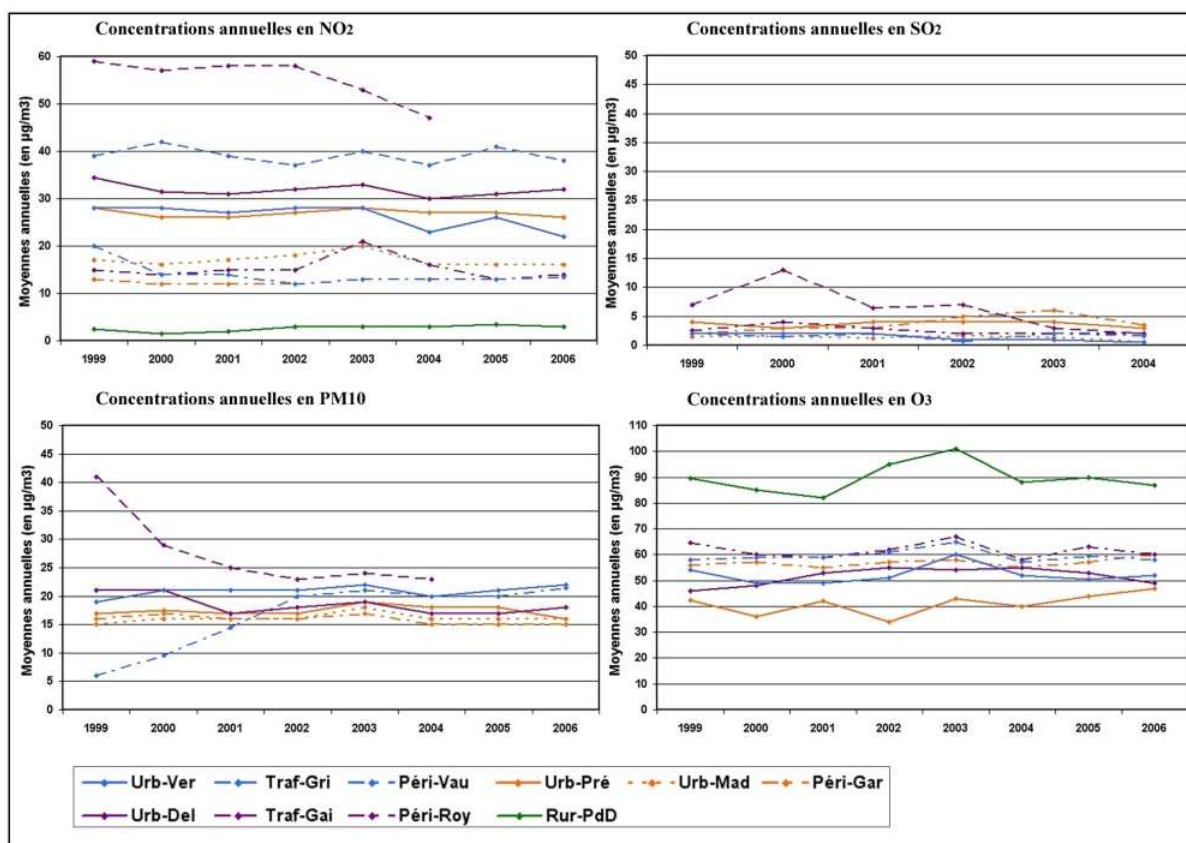


Figure 34 : Évolution des concentrations moyennes annuelles entre 1999 et 2006
(Sources : Atmo Auvergne, Atmo Poitou-Charentes, Limair)

2.1.1.1. Une baisse générale mais contrastée des teneurs moyennes en dioxyde d'azote

Tout d'abord, la pollution majoritairement issue du trafic routier marque une évolution globalement favorable. En effet, les concentrations annuelles en dioxyde d'azote (NO_2) sont en baisse sur la totalité des sites. Parmi l'ensemble des stations étudiées, la baisse de la pollution en NO_2 est particulièrement marquée sur la station trafic Gaillard de Clermont-Ferrand : de $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 1999 à $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2006, la baisse étant en outre régulière sur la période, alors que la diminution est minimale sur les stations urbaine (Delille) et péri urbaine (Royat) de Clermont-Ferrand. Mais contrairement à ce qui est observé à Clermont-Ferrand, la chute des concentrations à La Rochelle est la moins marquée sur la station trafic La Grille et n'est, en outre, pas régulière sur la période. La diminution de la pollution apparaît ainsi plus nettement sur la station urbaine Verdun et sur la station péri urbaine Vaugouin. L'écart de pollution en NO_2 à La Rochelle a donc augmenté entre la station trafic et les deux autres stations. En revanche, la pollution sur la station péri urbaine Garros de Limoges est stable entre 1999 et 2006, avec une moyenne annuelle de $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour ces deux années et une faible fluctuation des concentrations sur la période (13 et $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Quant à la station rurale du Puy de Dôme, ses moyennes annuelles font apparaître une très légère hausse : de $2,5$ à $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, après un maximum de $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2005.

2.1.1.2. Deux exceptions au profil général de pollution en dioxyde de soufre et PM10 : un premier aperçu de l'influence d'activités industrielles

Ensuite, les concentrations liées à la fois aux émissions industrielles et routières laissent apparaître des résultats inégaux. La réduction de la pollution en dioxyde de soufre (SO₂) et en particules de diamètre inférieur à 10 microns (PM10) concerne la quasi-totalité des stations, et suit la même logique que celle en NO₂ : elle apparaît en effet plus nettement sur la station trafic de Clermont-Ferrand. Cependant, une augmentation des concentrations en SO₂ est observée sur la station péri urbaine Garros de Limoges, tout particulièrement entre 2001 et 2003, les concentrations annuelles passant de 3 à 6 µg/m³. De la même façon, si la pollution en PM10 est assez peu fluctuante sur les trois stations de Limoges et la station urbaine de Clermont-Ferrand, les stations de La Rochelle montrent une hausse. Cette dernière est notamment très marquée sur la station péri urbaine Vaugouin : de 6 µg/m³ en 1999 à 21,5 µg/m³ en 2006. La localisation des stations péri urbaines de Limoges et de La Rochelle, à proximité d'installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), laisse envisager une influence industrielle significative sur les concentrations mesurées.

2.1.1.3. Une pollution photochimique plus présente sur la période : l'impact notable de l'année 2003

Enfin, les mesures de la pollution en ozone (O₃) traduisent une évolution moins favorable que celle des polluants primaires précédents. La pollution semble globalement en hausse, même si ses fluctuations sont très variables d'une station à l'autre. Les concentrations ont augmenté sur les stations de Limoges, aussi bien sur la station urbaine Présidial que sur la station péri urbaine Garros. Mais la progression n'est pas régulière et les moyennes annuelles diminuent ou augmentent d'une année à l'autre, avec des valeurs maximales en 2006. La situation à Clermont-Ferrand et La Rochelle est cependant légèrement différente. Si l'évolution des concentrations suit des profils différents selon les stations, la majorité des moyennes annuelles les plus fortes correspond à l'année 2003.

Ainsi, la pollution moyenne en NO₂, SO₂ et PM10 présente une tendance à la baisse entre 1999 et 2006, à l'exception de quelques stations. La station péri urbaine Garros de Limoges est en effet soumise à une hausse de ses concentrations moyennes annuelles en SO₂, et la station péri urbaine Vaugouin de La Rochelle est, elle, soumise à une hausse de ses teneurs en PM10. Ces deux sites, compte tenu de leur environnement proche, sont probablement confrontés à une influence de nature commune : les activités industrielles. En outre, il apparaît que les plus fortes diminutions sont relevées sur la station qui enregistre les concentrations les plus élevées des dix stations de l'étude, c'est-à-dire la station trafic de Clermont-Ferrand. Il semble donc que la baisse la plus sensible soit liée à la pollution d'origine automobile, alors que quelques industries ont un impact localisé sur certaines stations péri urbaines. Mais la réduction moyenne des concentrations doit être nuancée par la hausse de la pollution en O₃, même si celle-ci présente une situation différente d'une agglomération à l'autre. Toutefois, les concentrations maximales ont globalement été enregistrées sur les années dont les températures moyennes sont également les plus élevées de la période d'étude : 2003 et 2006, marquées par une canicule estivale. En outre, il est à noter que l'année 2003 se caractérise par une hausse quasi générale des concentrations moyennes en NO₂ et en PM10. Hormis la station trafic Gaillard de Clermont-Ferrand, les autres stations

mesurant ces substances connaissent une élévation de leur teneur. Or, 2003 apparaît comme l'année la plus chaude de la période d'étude : la moyenne pour cette année s'élève à 12,5°C à Clermont-Ferrand (contre une moyenne de 11,9°C pour les sept autres années), à 14°C à La Rochelle (contre 13,5°C) et à 12,2°C à Limoges (contre 11°C). Si le développement de l'ozone suit généralement la croissance des températures, en lien avec son processus de formation, il semble également que la pollution en NO₂ et PM10 puisse être en partie soumise aux variations thermiques. La station de type trafic, directement exposée aux influences de la circulation automobile du centre-ville, semble cependant moins sensible à ce paramètre météorologique.

2.1.2. Des niveaux plus ou moins conformes aux normes de qualité de l'air

La comparaison de ces concentrations annuelles avec les normes de pollution édictées par l'union européenne, et adoptées par la France, montre des situations variables selon les substances polluantes et le lieu de mesures.

La réglementation française fixe un certain nombre de données réglementaires sur la base des moyennes annuelles. L'article 3 de la Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Énergie (LAURE) définit la terminologie des divers seuils réglementaires : les objectifs de qualité de l'air, les seuils d'alerte et les valeurs limites sont fixés à partir de ceux définis par l'Union européenne et sont régulièrement réévalués par décret afin de prendre en compte les résultats des études médicales et épidémiologiques.

- L'objectif de qualité représente « un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement » ;
- La valeur limite pour la santé humaine représente « un niveau maximal de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement » ;
- Le seuil d'alerte représente « un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement, à partir duquel des mesures d'urgence doivent être prises ».

La différence entre objectif de qualité et valeur limite se révèle donc assez minime, la distinction ne pouvant être opérée qu'au regard du terme « maximal » : celui-ci permet donc de voir dans l'objectif de qualité l'établissement de normes plus strictes. Plus encore, le seuil d'alerte constitue la spécification la plus fine, prenant en compte les concentrations les plus dangereuses pour la santé pour des expositions de courte durée. A ce titre, il ne s'appuie que sur des moyennes horaires ou journalières. Il est pourtant regrettable que cette réglementation ne s'attache pas à fixer des seuils de dangerosité plus sévères pour les expositions de longue durée, dont les impacts sanitaires peuvent être supérieurs. Notamment, l'influence de l'ozone et des particules en suspension sur les pathologies respiratoires est la plus notable dans le cadre d'expositions quotidiennes, donc régulières et prolongées, à des teneurs peu élevées (Baldi et *al.*, 1999).

Le seuil d'alerte n'est donc pas pris en compte dans cette partie. De même, aucune des valeurs réglementaires pour la pollution en ozone ne repose sur la moyenne annuelle. Seuls les dioxydes d'azote et de soufre, ainsi que les PM10 sont donc pris en considération dans cette partie.

Pour le SO₂, l'objectif de qualité correspond à une moyenne annuelle de 50 µg/m³.

Pour le NO₂, l'objectif de qualité correspond à une moyenne annuelle de 40 µg/m³. En outre, la valeur limite pour la santé humaine est fixée à une moyenne annuelle de 48 µg/m³ à partir du 1^{er} janvier 2006. Ce seuil a en effet évolué depuis 2000 :

Tableau XIII : Valeurs limites pour la santé humaine du dioxyde d'azote

1999 / 2000	60 µg/m ³
2001	58 µg/m ³
2002	56 µg/m ³
2003	54 µg/m ³
2004	52 µg/m ³
2005	50 µg/m ³
2006	48 µg/m ³

Pour les PM10, l'objectif de qualité correspond à une moyenne annuelle de 30 µg/m³. La valeur limite pour la santé humaine s'élève quant à elle à 40 µg/m³ de moyenne annuelle à partir du 1^{er} janvier 2005. Tout comme celui du NO₂, ce seuil a évolué depuis l'année 2000 :

Tableau XIV : Valeurs limites pour la santé humaine des PM10

1999 / 2000	48 µg/m ³
2001	46 µg/m ³
2002	44 µg/m ³
2003	43 µg/m ³
2004	41 µg/m ³
2005	40 µg/m ³

2.1.2.1. Des teneurs en dioxyde de soufre très inférieures à l'objectif de qualité

Le dioxyde de soufre présente le bilan le plus respectueux des normes. En effet, toutes les stations des trois agglomérations présentent des moyennes annuelles largement inférieures au seuil d'objectif de qualité (figure 35).

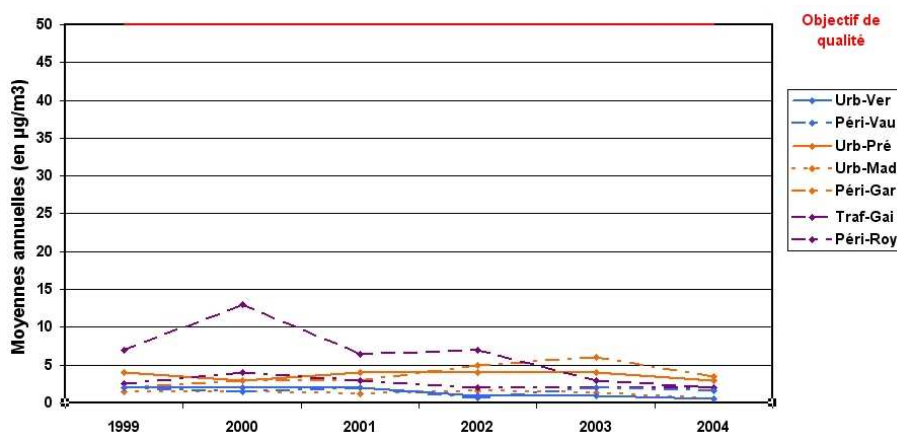


Figure 35 : Concentrations moyennes annuelles en SO₂ et objectif de qualité

(Sources : Atmo Auvergne, Atmo Poitou-Charentes, Limair)

La figure 35 met bien en évidence les faibles concentrations des sept stations concernées, par rapport à cette norme. La moyenne annuelle la plus élevée apparaît jusqu'en 2002 sur la station trafic Gaillard de Clermont-Ferrand, puis à partir de 2003 sur la station péri urbaine Garros de Limoges, sous l'influence probable de sources d'émissions industrielles.

2.1.2.2. Des valeurs trop élevées pour la pollution liée au trafic automobile

L'évolution de la pollution moyenne annuelle en PM10, et surtout en dioxyde d'azote, semble plus contrastée (figure 36). Si l'ensemble des stations urbaines, péri urbaines et rurale des trois agglomérations possède des moyennes annuelles inférieures aux valeurs seuils, ce n'est pas le cas des stations de type trafic.

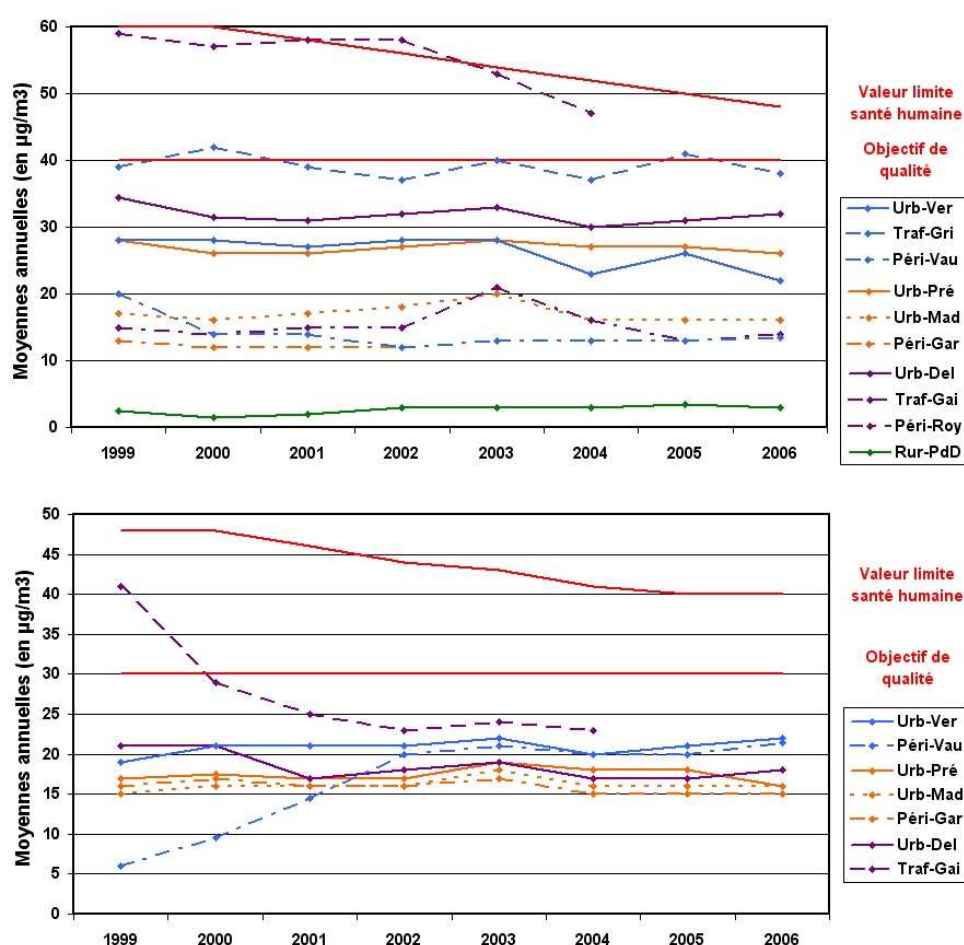


Figure 36 : Concentrations moyennes annuelles en NO₂ (haut) et PM10 (bas), objectifs de qualité et valeurs limites pour la santé humaine (Sources : Atmo Auvergne, Atmo Poitou-Charentes, Limair)

Sur l'agglomération clermontoise en particulier, la station trafic Gaillard présente des moyennes annuelles en NO₂ toujours supérieures à l'objectif de qualité et voisines de la valeur limite pour la santé humaine. Ce seuil est même franchi en 2002 (avec une moyenne de 58 µg/m³ alors que le seuil est fixé à 56 µg/m³). Une situation légèrement plus favorable

apparaît pour la pollution en PM10, mais l'objectif de qualité est toutefois dépassé en 1999 (la moyenne s'élevant à 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, alors que l'objectif est fixé à 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Au sein de l'agglomération de La Rochelle, la station trafic présente elle aussi quelques moyennes annuelles en NO₂ supérieures (en 2000 et 2005) ou égale (en 2003) à l'objectif de qualité. Par contraste, la station rurale du Puy de Dôme présente une situation bien détachée des autres, avec une pollution assez faible, qui évolue peu sur la période. Une hiérarchie de la pollution en dioxyde d'azote est, du reste, bien mise en évidence, avec des comportements assez proches des stations de types trafic, urbain, péri urbain (desquelles se rapproche la station urbaine Madoumier de Limoges), puis rural.

Si les concentrations en SO₂ répondent largement aux objectifs de qualité de l'air fixés par la réglementation française et européenne, celles en NO₂ et PM10 sont plus problématiques. Les stations qui mettent cette situation en évidence correspondent aux sites directement soumis aux influences des émissions automobiles, le cas le plus critique apparaissant pour la station trafic de Clermont-Ferrand : la diminution marquée des concentrations polluantes lui permet de mieux répondre aux seuils réglementaires, mais reste malgré tout insuffisante. La situation constatée à Clermont-Ferrand et La Rochelle pourrait éventuellement exister à Limoges, mais l'agglomération étant dépourvue de station trafic pour la période d'étude, la comparaison entre les trois agglomérations ne peut être que partielle¹⁶.

Cependant, ces normes possèdent un certain nombre de limites qui déprécie leur fiabilité. Tout d'abord, chaque polluant est contrôlé de façon individuelle alors que les habitants en respirent plusieurs à la fois, l'effet cumulé des substances s'avérant encore plus dangereux. En outre, le respect des objectifs de qualité ne correspondrait pas à l'assurance d'un air sain et inoffensif pour la santé humaine. Des études épidémiologiques menées aux Etats-Unis (Dockery, Pope, 1996) ne parviennent pas à révéler l'existence d'un seuil au-dessous duquel aucun effet de la pollution sur la santé n'est observé. Divers travaux, présentés en première partie (D'Helf-Blanchard, 2005 ; Cire, 2005), conduisent d'ailleurs, en particulier, à la remise en cause de la fiabilité de ces normes pour les agglomérations de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand. Ainsi, il peut être considéré que dès lors qu'il existe des émissions polluantes, même faibles, le risque sanitaire est présent, *a fortiori* si l'exposition est continue.

2.1.3. Une évolution de la pollution locale en accord avec celle de la France

Les observations réalisées sur les agglomérations de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand peuvent être mises en parallèle avec des études menées sur l'évolution de la pollution dans plusieurs villes françaises.

Le Centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique (CITEPA) réalise tous les cinq ans un inventaire national des sources d'émissions de polluants atmosphériques. Cet inventaire présente une répartition par secteur des émissions de nombreuses substances, et le dernier inventaire proposait les résultats effectifs jusqu'en 2004 et prévisionnels pour l'année 2005. En outre, le Ministère de l'Écologie et de Développement

¹⁶ La station trafic de Limoges, mise en service en 2009, a révélé dès cette année un dépassement du seuil de la valeur limite pour les concentrations en NO₂ (fixé à 42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), avec une moyenne annuelle de 43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. L'association Limair précise d'ailleurs que des études spécifiques réalisées au sein d'autres villes du Limousin, révèlent que le dépassement ou la potentialité de dépassement du seuil ultime de la réglementation européenne est réel(le). Un travail de définition des « zones sensibles » sera opéré en 2011 et prendra alors particulièrement en considération le trafic automobile.

Durable a édité en 2007 une synthèse des concentrations mesurées sur les stations françaises pour la période 1999-2006. Ces différents documents s'avèrent donc utiles pour déterminer les évolutions des émissions et des concentrations polluantes observées en France depuis plusieurs années.

Comme observé au sein des trois agglomérations, les émissions de dioxyde d'azote marquent une diminution depuis 1991 à l'échelle nationale, notamment dans le secteur du transport routier (de 1104 Kt en 1991 à 546 en 2005 – CITEPA). Cette évolution favorable est attribuée à l'usage croissant des pots catalytiques sur les véhicules depuis 1993, puis à l'amélioration des techniques industrielles. Au regard de la période d'étude de notre travail (1999-2006), la diminution s'observe nettement, même si le secteur du transport routier représente en 2005 le secteur le plus polluant avec 45,6% des émissions totales (CITEPA, 2005). Cette évolution des niveaux d'émissions, notamment issues du trafic routier, se retrouve ensuite dans les concentrations mesurées sur les stations des villes françaises. En effet, les moyennes annuelles d'oxydes d'azote (englobant le monoxyde et le dioxyde d'azote) relevant des stations urbaines de fond sont en diminution depuis 1997. En 2006, la totalité des stations de types urbain et péri urbain montre une moyenne respectant la valeur limite pour la santé humaine. En revanche, la moyenne de 2006 sur les stations de type trafic dépasse ce seuil sur plusieurs villes : Paris, Marseille, Lyon, Valence, Montpellier, Toulouse, Rouen, Dijon, Grenoble, Avignon, Clermont-Ferrand, Nice, Strasbourg, Toulon et Valenciennes. Celles-ci sont en partie des grandes villes, soumises à une activité et un trafic urbain importants ; mais beaucoup sont des villes moyennes, possédant une population voisine de celle des trois villes étudiées. Parmi ces dernières, on y retrouve Clermont-Ferrand. Si la station Gaillard montre une diminution de sa pollution, la lecture des résultats de mesure indique que la station de l'Esplanade de la Gare dépasse la valeur limite pour la santé humaine en 2006, aussi bien pour le monoxyde d'azote ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) que pour le dioxyde d'azote ($51 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Enfin, une hausse des concentrations en NOx est remarquée, sur la majorité des stations, en 2003. Selon le rapport, elle serait liée à la canicule et à une forte production de NO₂ par photochimie atmosphérique. Cette situation, observée sur de multiples villes françaises, se vérifie également sur les agglomérations étudiées.

Globalement, l'évolution favorable de la pollution en NO₂ à Clermont-Ferrand, La Rochelle et Limoges s'inscrit donc dans une tendance nationale, en grande partie liée à la baisse des émissions des transports.

De même, les émissions de dioxyde de soufre et PM10 suivent des tendances à la baisse depuis 1990, accompagnées par une diminution des concentrations moyennes annuelles enregistrées par les stations des villes françaises. Cette évolution serait liée, pour le SO₂, à la réduction de consommation des énergies fossiles, par le biais du lancement du programme nucléaire, et aux progrès effectués par les exploitants industriels en termes de rendement énergétique et d'utilisation de combustibles moins riches en soufre. Quant aux émissions de PM10, leur diminution serait essentiellement attribuable aux améliorations apportées, dans le domaine sidérurgique, aux techniques de dépoussiérage. Cependant, à l'image de ce qui a pu être constaté à La Rochelle et Limoges, quelques exceptions sont à noter. Si, en 2006, la totalité des sites respecte l'objectif de qualité pour le SO₂, quelques dépassements de seuils journaliers sont observés au sein de stations de proximité industrielle (à Lacq et au Havre notamment), ceci témoignant de l'origine principale des émissions de dioxyde de soufre. En outre, l'année 2003 est marquée par une hausse de la pollution en PM10, en raison des conditions climatiques exceptionnelles. Comme cela a été observé à La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand, une élévation des températures peut s'accompagner d'une hausse des

concentrations en PM10, ceci ayant en outre été constaté sur d'autres villes européennes (Lonati et *al.*, 2006).

Enfin, l'évolution de la pollution en ozone sur les trois agglomérations étudiées rejoint aussi celle des villes françaises, soit une tendance opposée à celle des polluants précédents. Ses concentrations sont en effet en hausse depuis plusieurs années, aussi bien en zone rurale qu'en zone urbaine, et ceci en dépit de la diminution des concentrations de ses polluants précurseurs (le dioxyde d'azote en particulier). L'année 2003 constitue une année record, avec les concentrations maximales enregistrées depuis 1991 (date de la généralisation des mesures d'ozone à tout le pays). Plus récemment, l'année 2006, marquée elle aussi par des conditions de température exceptionnelles, a également enregistré des valeurs élevées, sans pour autant égaler celles de 2003. Ainsi, en 2003 et 2006, le seuil de recommandations et d'information (qui correspond à une moyenne horaire de $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a été dépassé beaucoup plus fréquemment qu'en 2004 et 2005, et plus particulièrement dans les régions du sud (Languedoc-Roussillon et Provence-Alpes-Côte-d'Azur notamment), de l'est de la France (Rhône-Alpes, Alsace, Lorraine, Bourgogne), ainsi qu'en Ile-de-France. Les agglomérations de Clermont-Ferrand, La Rochelle et Limoges présentent, elles aussi, des dépassements de ce seuil entre 1999 et 2006, une large majorité des dépassements se concentrant sur l'année 2003.

La période 1999-2006 se caractérise donc par une baisse générale de la pollution, à l'exception de la pollution photochimique. Toutefois, 2003, et dans une moindre mesure 2006, font figure d'années exceptionnelles : 2003 est notamment marquée par une hausse de la pollution en NO_2 , PM10 et O_3 et 2006 par une hausse de la pollution en O_3 . Or, elles représentent également des années particulières en termes météorologiques. D'après Bessemoulin et *al.* (2004), l'été 2003 constitue l'été le plus chaud depuis la mise en place d'un réseau d'observation en France. Durant le trimestre juin-juillet-août 2003, c'est le mois de juin qui est marqué par l'écart à la normale le plus grand ($+4,7^\circ\text{C}$), suivi du mois d'août ($+4,4^\circ\text{C}$) et du mois de juillet ($+1,8^\circ\text{C}$). La situation météorologique synoptique se caractérise par l'arrivée d'air très chaud et très sec en provenance du sud de la Méditerranée, dès la fin du mois de juillet, et par l'installation de conditions anticycloniques. Ensuite, l'analyse de l'année 2006, d'après Météo France, indique que la température moyenne est supérieure à la normale (calculée sur la période 1971-2000) de $1,1^\circ\text{C}$. Après 2003 ($+1,3^\circ\text{C}$) et 1994 ($+1,2^\circ\text{C}$), l'année 2006 arrive au troisième rang des années les plus chaudes depuis 1950. Elle a été particulièrement marquée par un épisode de canicule¹⁷ qui s'est développé sur le pays durant les trois dernières semaines de juillet. Cet épisode a entraîné une hausse anormale des températures moyennes, qui ont dépassé la normale mensuelle de 4 à 5°C selon les régions. Le mois de juillet 2006 constitue le deuxième mois le plus chaud depuis 1950, après celui d'août 2003.

2.2. Des fluctuations saisonnières de pollution voisines sur les trois agglomérations

Un profil moyen saisonnier de la pollution peut être dégagé pour chaque polluant. Cette variation des concentrations au cours d'une année est étroitement liée aux conditions climatiques, et plus particulièrement aux fluctuations saisonnières des températures,

¹⁷ Une canicule est définie en France comme une période d'au moins deux jours consécutifs pendant lesquels les températures atteignent ou dépassent la valeur de 35°C .

caractéristiques des climats tempérés. Le calcul des coefficients de variation (CV) montre des tendances variables. *A priori*, nous pouvons supposer que les variations saisonnières de pollution sont différentes selon les caractéristiques climatiques des trois agglomérations. Les contrastes seraient donc plus marqués à Clermont-Ferrand, du fait d'une influence continentale sur son climat ; ils seraient au contraire plus lissés à La Rochelle, soumises à un climat océanique ; enfin, Limoges présenterait une situation intermédiaire. Or, cela n'apparaît pas dans les variations des concentrations mensuelles. Cependant, une hiérarchie par types de station est mise en évidence pour la pollution en NO₂ et O₃.

2.2.1. Des variations mensuelles en dioxyde d'azote plus marquées sur les sites excentrés

Avec un CV annuel d'environ 9%, les concentrations en PM10 sont les plus régulières sur une année, les écarts d'un mois à l'autre étant réduits. Au contraire, les variations annuelles de SO₂ peuvent être assez importantes, notamment à Limoges et à Clermont-Ferrand (CV compris entre 41 et 57%). Les variations des concentrations en NO₂ font, elles, apparaître une nette différence entre les types de stations : elles sont en effet plus faibles sur les stations trafic (12%) que sur les stations urbaines (de 20 à 29%), et surtout les stations péri urbaines (de 23 à 36%) et la station rurale (30%). Sur ces dernières, l'influence météorologique est donc assez marquée, alors que l'influence des émissions est plus importante sur les stations trafic, situées à proximité des voies de circulation des centres-villes. Quant aux variations de la pollution en O₃ d'un mois à l'autre, elles montrent des caractères opposés : les fluctuations sont en effet plus importantes sur les stations urbaines (de 30 à 39%) que sur les stations péri urbaines (de 25 à 28%) et la station rurale (12%). Sur le site du Puy de Dôme et, dans une moindre mesure, sur les sites localisés en périphérie, l'impact des conditions météorologiques laisse donc la place aux influences propres à l'ozone : ce polluant se développe en effet plus intensément sur les zones les plus éloignées des sources d'émissions du NO₂ (Blanchard, Fairley, 2001 ; Koffi, 2002 ; Martin, 2008).

Les espaces centraux, particulièrement concernés par les émissions automobiles, elles-mêmes essentiellement représentées par le dioxyde d'azote, se trouvent donc confrontés à des niveaux de pollution assez réguliers, sur lesquels les températures ou les vents auraient moins d'impact que dans les espaces moins denses de périphérie. La dispersion s'en trouverait de ce fait réduite, contribuant à faire des centres-villes des lieux défavorables à une bonne qualité de l'air.

2.2.2. Des conditions hivernales propices à la pollution primaire

La pollution en NO₂ et SO₂ suit une tendance assez similaire sur les trois agglomérations : les moyennes mensuelles les plus élevées apparaissent sur les mois d'automne et d'hiver (figures 37 et 38). Néanmoins, les taux de PM10 étant assez peu variables, il semble difficile de dégager une véritable tendance annuelle pour ce polluant (figure 39). Même si les concentrations en PM10 sont plus élevées durant les mois d'automne et d'hiver (janvier, février, mars, octobre et décembre), la quasi-totalité des stations présente également une hausse de pollution au mois de juin et une baisse au mois de novembre.

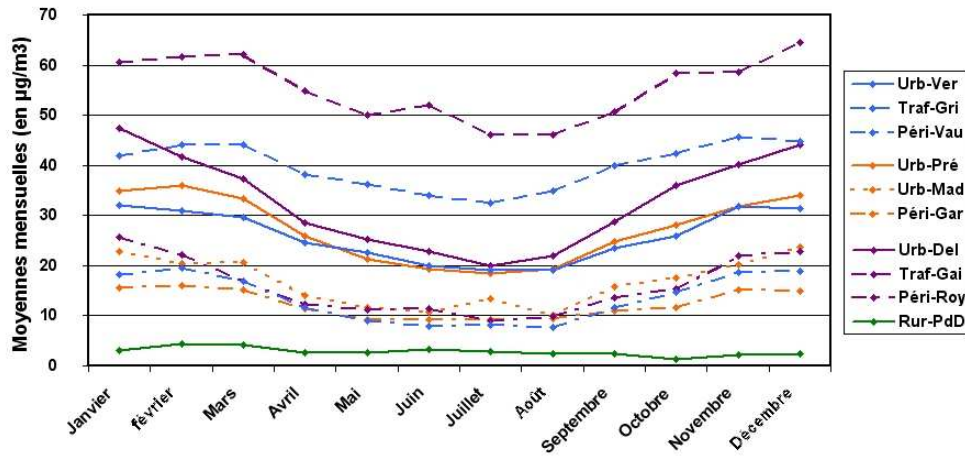


Figure 37 : Tendances saisonnières de pollution en NO₂ sur la période 1999-2006 (Sources : Atmo Auvergne, Atmo Poitou-Charentes, Limair)

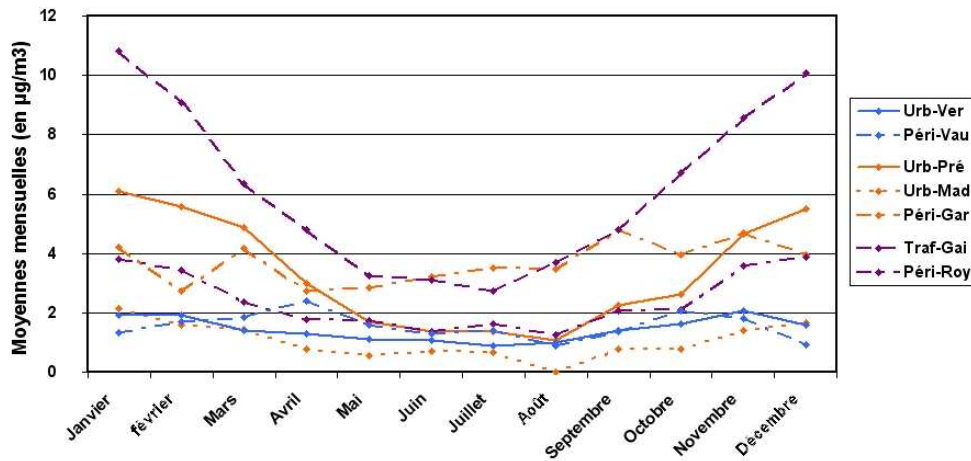


Figure 38 : Tendances saisonnières de pollution en SO₂ sur la période 1999-2004 (Sources : Atmo Auvergne, Atmo Poitou-Charentes, Limair)

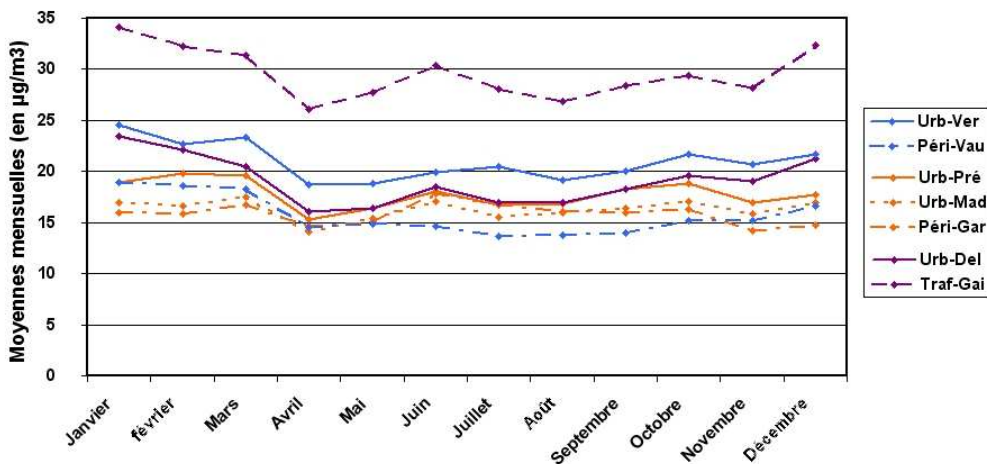


Figure 39 : Tendances saisonnières de pollution en PM₁₀ sur la période 1999-2006 (Sources : Atmo Auvergne, Atmo Poitou-Charentes, Limair)

Ces profils saisonniers sont à attribuer, principalement, aux conditions météorologiques de la saison d'hiver, en présence d'un temps stable : l'air froid, plus lourd, stagne naturellement au niveau du sol. Ainsi, le froid est propice à la stagnation de la pollution. Ces phénomènes d'inversion thermique, caractéristiques de la période hivernale, conduisent à des épisodes de pollution élevée, l'air pollué ne pouvant se disperser. A l'inverse, l'été présente des conditions propices à une meilleure dispersion verticale (Gehrig, Buchmann, 2003). Enfin, ceci peut également s'expliquer par l'utilisation plus intense des chauffages pendant la saison froide. En effet, ces polluants primaires résultent en partie de la combustion de combustibles tels que les fiouls, le charbon ou le bois.

Cependant, trois stations se distinguent par des comportements particuliers : les stations péri urbaines de Limoges (Garros) et de La Rochelle (Vaugouin), ainsi que la station rurale du Puy de Dôme.

D'une part, une pollution mensuelle importante en SO_2 est observée aux mois de mars, juillet et septembre sur la station Garros, ainsi qu'aux mois de mars, avril et mai sur la station Vaugouin. Ce caractère est confirmé par les moyennes journalières : certaines concentrations maximales relèvent des mois de mars et juillet sur la station Garros, et des mois de mars et avril sur la station Vaugouin. De même, pour la station Garros, les concentrations mensuelles maximales en PM_{10} correspondent aux mois de juin et juillet, et les minimales aux mois de novembre et décembre. A la lecture complémentaire des valeurs journalières, de nombreuses valeurs parmi les plus hautes sont mesurées aux mois de juin, juillet et août, et ce sur chacune des années de la période. Le profil saisonnier hivernal ne transparait donc pas totalement sur ces stations péri urbaines, cette spécificité nécessitant de s'interroger sur les origines de cette situation. Or, comme déjà entrevu, ces sites sont situés à proximité immédiate de zones industrielles et d'installations classées : l'usine d'incinération, l'usine Valdi et la Fonderie de cuivre du Palais pour Limoges, l'usine d'incinération et l'usine Rhodia Electronics and catalysis pour La Rochelle. Ces établissements polluants peuvent ainsi prendre le pas sur les variations climatiques et avoir un impact sur les concentrations mesurées sur ces deux stations péri urbaines, induisant une forte pollution sur la zone de mesure.

D'autre part, la station du Puy de Dôme, où les concentrations mesurées sont très faibles, présente un profil différent des neuf autres pour la pollution en NO_2 . La période de pollution maximale y est plus restreinte (février et mars) et les mois de septembre à décembre enregistrent la pollution la plus faible. Une situation similaire a été observée dans une étude menée sur sept villes de Suisse pour la pollution en PM_{10} (Gehrig, Buchmann, 2003). Si celle-ci est partout maximale durant la saison froide, un site rural montre des valeurs plus faibles en hiver : cette exception est expliquée par la localisation de la station, à 1 140 m d'altitude. Durant la plupart des journées hivernales, elle se trouve au-dessus de la couche d'inversion et n'est donc pas soumise aux émissions du bassin qu'elle surplombe. Cet exemple peut être rapproché du cas du Puy de Dôme, qui culmine à 1 465 m d'altitude.

2.2.3. La pollution photochimique : un phénomène caractéristique de la saison chaude

Le profil annuel de la pollution en O_3 est lui aussi bien marqué (figure 40), mais présente une inversion saisonnière par comparaison avec celui dégagé pour le NO_2 , qui constitue un polluant précurseur de l'ozone. En effet, cette dernière se développe plutôt sur les mois de printemps et d'été, de mars à septembre, cette situation contrastant avec le profil des trois autres polluants. Cette tendance est similaire sur les sept stations mesurant l' O_3 , quels que soient l'agglomération et le type de station.

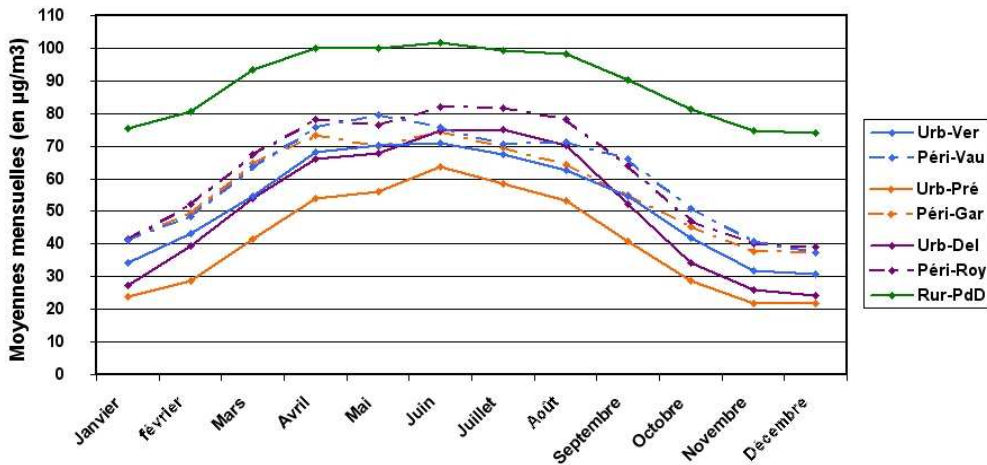


Figure 40 : Tendances saisonnières de pollution en O₃ sur la période 1999-2006
(Sources : Atmo Auvergne, Atmo Poitou-Charentes, Limair)

Cette tendance estivale de pollution est liée aux conditions de formation de ce polluant secondaire, par transformation photochimique de polluants primaires tels que le NO₂ sous l'effet du rayonnement ultraviolet. De ce fait, l'ozone se forme surtout dans des conditions d'ensoleillement maximal et de températures élevées.

Les profils saisonniers apparaissent donc assez clairement au regard des moyennes mensuelles, en étroite dépendance des variations thermiques. La figure 41 présente les moyennes mensuelles des concentrations en NO₂ et O₃ calculées sur l'ensemble des stations de mesure des trois agglomérations, et ces valeurs sont mises en parallèle avec les moyennes mensuelles des températures sur les trois agglomérations. L'opposition de profil du NO₂ et de l'O₃ apparaît nettement, de même que l'évolution inverse des températures et des concentrations en NO₂.

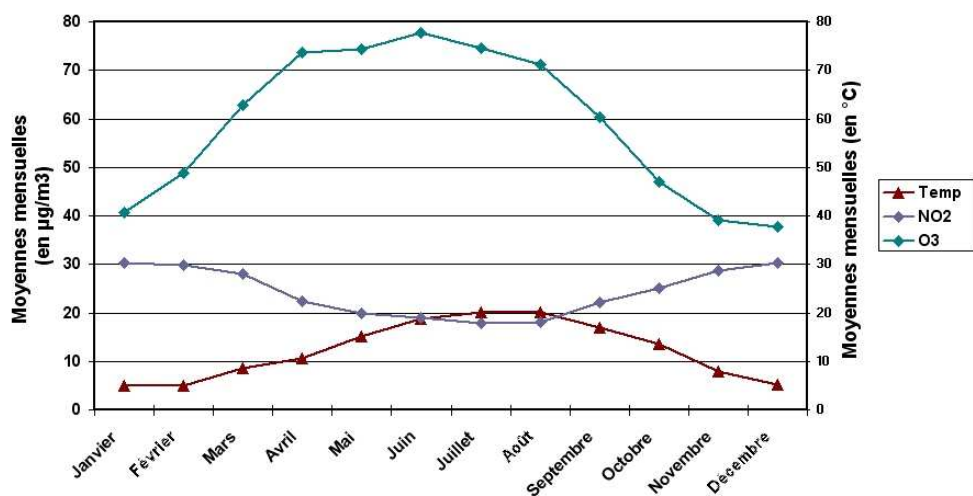


Figure 41 : Profils saisonniers moyens de pollution et températures sur les trois agglomérations
(Sources : Atmo Auvergne, Atmo Poitou-Charentes, Limair)

Les particularités mises en évidence sur quelques stations pourront ensuite être observées avec plus de précision dans l'étude de la variation journalière de la pollution sur les trois agglomérations, et mises en relation avec les deux principaux facteurs susceptibles de les influencer : la localisation des sources d'émissions et les paramètres météorologiques quotidiens.

2.3. Une pollution inégale à l'échelle hebdomadaire

A une échelle plus fine que l'étude mensuelle, un profil hebdomadaire moyen de la pollution peut être établi au regard des variations quotidiennes des concentrations.

Si les évolutions saisonnières des concentrations sont liées aux facteurs climatiques, les fluctuations hebdomadaires doivent plutôt être mises en parallèle avec les rythmes d'émissions des sources que sont le trafic automobile et les activités industrielles. Comme à l'échelle saisonnière, les polluants primaires (NO_2 , SO_2 et PM_{10}) montrent une tendance de pollution similaire, alors que l' O_3 s'y oppose.

2.3.1. Une pollution plus présente pendant la semaine de travail

La pollution en NO_2 , SO_2 et PM_{10} présente une diminution des valeurs en fin de semaine, la décroissance se poursuivant parfois du samedi au dimanche (figures 42 à 44).

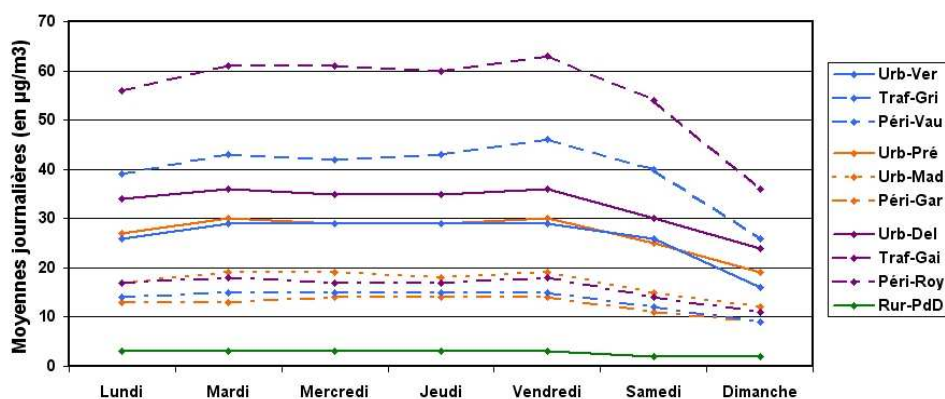


Figure 42 : Tendances hebdomadaires de pollution en NO_2 sur la période 1999-2006
(Sources : Atmo Auvergne, Atmo Poitou-Charentes, Limair)

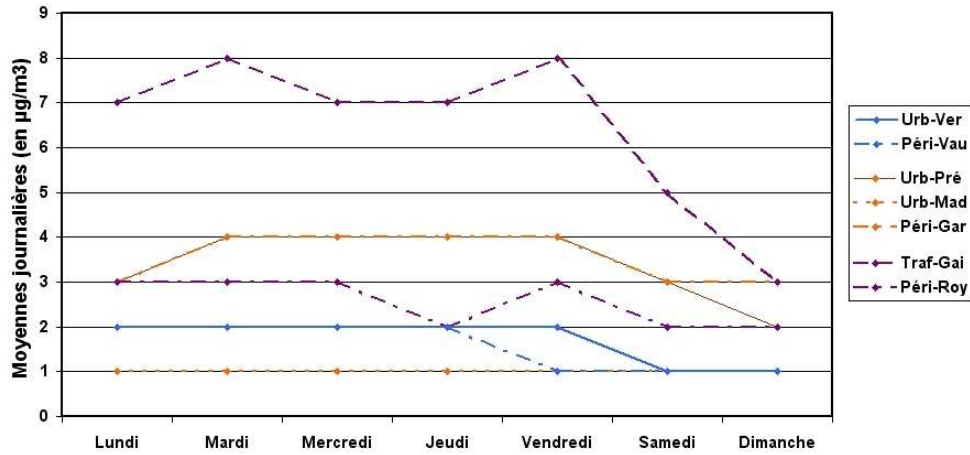


Figure 43 : Tendances hebdomadaires de pollution en SO₂ sur la période 1999-2004
(Sources : Atmo Auvergne, Atmo Poitou-Charentes, Limair)

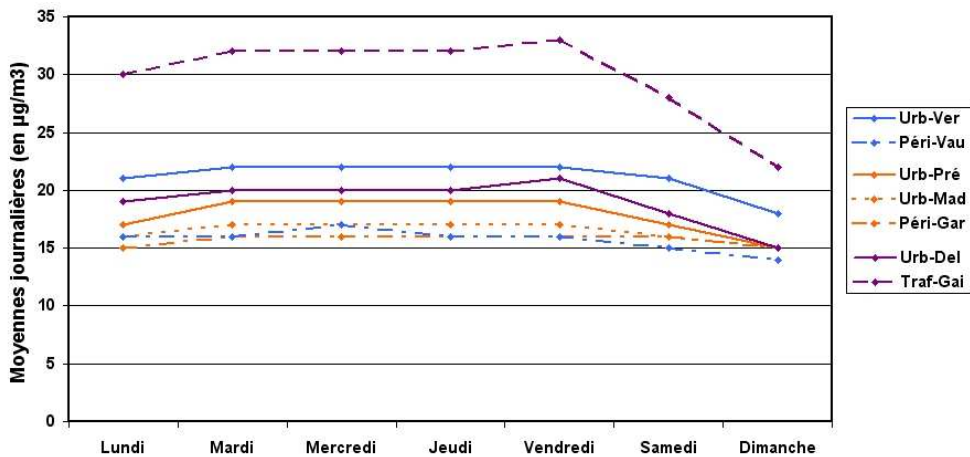


Figure 44 : Tendances hebdomadaires de pollution en PM₁₀ sur la période 1999-2006
(Sources : Atmo Auvergne, Atmo Poitou-Charentes, Limair)

Parmi l'ensemble des sites, les stations trafic de Clermont-Ferrand et de La Rochelle affichent une forte diminution de pollution en NO₂, SO₂ et PM₁₀ entre le vendredi et le dimanche, la proximité des axes de circulation automobile expliquant ces fluctuations bien marquées. A l'inverse, la station rurale du Puy de Dôme possède une variation quasi-nulle de ses taux de NO₂.

Ces différences entre semaine de travail (du lundi au vendredi) et week-end permettent d'identifier le trafic automobile comme la source d'émissions principale, celle-ci étant la seule dont l'influence diminue nettement durant les week-ends (Lonati et al., 2006), en lien avec une réduction des déplacements domicile-travail.

En outre, une grande majorité de stations montre un contraste de pollution au sein des cinq jours travaillés de la semaine : les taux de NO₂ et de PM₁₀ sont toujours plus faibles le lundi, la différence étant surtout marquée sur les stations de types trafic et urbain, soit les sites les plus exposés aux émissions automobiles. Cette tendance peut être rapprochée des activités urbaines, le lundi étant un jour chômé pour la plupart des activités commerciales : cette

organisation entraîne donc une baisse des déplacements des travailleurs de ce secteur, mais également une moindre fréquentation des espaces commerciaux, notamment des centres-villes. A La Rochelle, la concentration moyenne en NO₂ du lundi est même inférieure à celle du samedi sur la station trafic La Grille, et les moyennes de ces deux journées sont égales sur la station urbaine Verdun. Au regard de ce profil, le samedi apparaît donc à La Rochelle comme une journée particulièrement fréquentée en centre-ville.

A l'inverse, une hausse de pollution en NO₂ et PM10 apparaît nettement sur les stations de type trafic le vendredi, ceci démontrant une forte circulation urbaine ce jour-ci.

Toutefois, une exception est à noter sur la station péri urbaine Vaugouin de La Rochelle : à l'inverse des autres stations, celle-ci n'enregistre pas des concentrations en PM10 inférieures le lundi. Ce jour-ci, la pollution y est égale à celle du mardi, du jeudi et du vendredi. L'influence industrielle déjà détectée sur ce site de mesure peut de nouveau justifier cette tendance particulière. Si le trafic urbain explique les variations de pollution des stations de types urbain et trafic, l'activité industrielle, présente dès le lundi, peut être à l'origine de cette régularité des concentrations tout au long des cinq jours travaillés de la semaine.

2.3.2. Des week-ends marqués par la pollution en ozone

Contrairement à ce qui vient d'être observé, les concentrations en O₃ augmentent systématiquement et nettement le week-end, notamment le dimanche, aussi bien sur les stations urbaines que péri urbaines (figure 45). Seule la station du Puy de Dôme montre une variation quasi-inexistante.

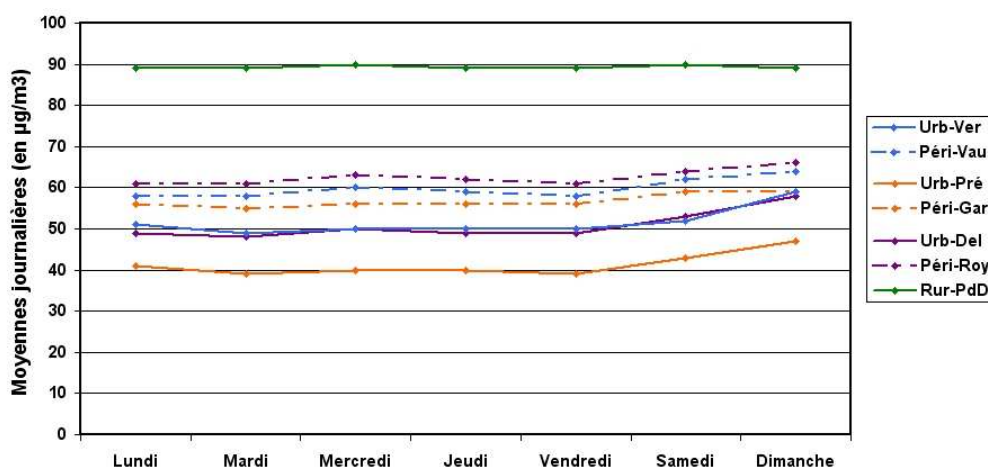


Figure 45 : Tendances hebdomadaires de pollution en O₃ sur la période 1999-2006
(Sources : Atmo Auvergne, Atmo Poitou-Charentes, Limair)

Sur les stations urbaines des trois agglomérations, les plus faibles concentrations en ozone sont observées les jours durant lesquels les concentrations en NO₂ sont les plus élevées. La figure 46 met bien en évidence l'évolution inverse de ces deux polluants.

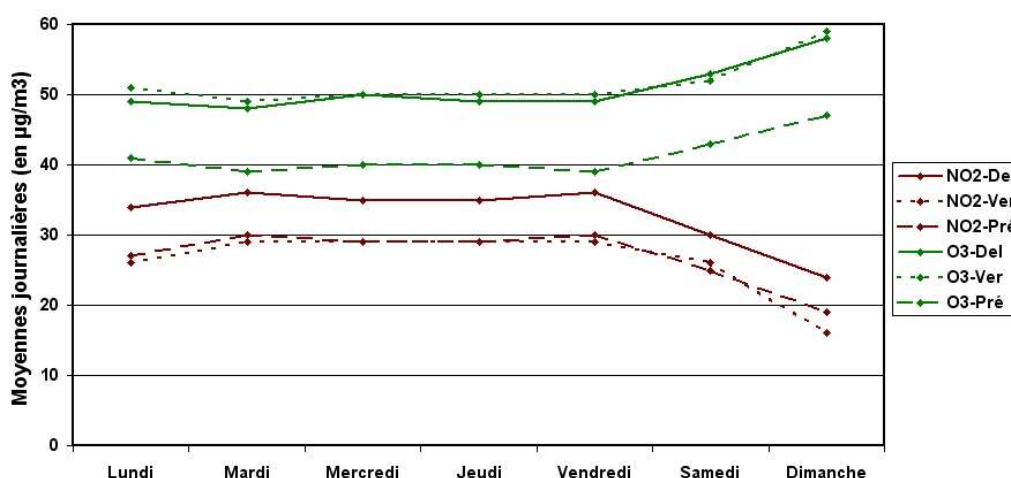


Figure 46 : Profils hebdomadaires moyens de pollution en NO₂ et O₃ sur les stations urbaines des trois agglomérations
(Sources : Atmo Auvergne, Atmo Poitou-Charentes, Limair)

Cette situation répond au processus de formation de l'ozone. Ce gaz se développe par transformation photochimique du NO₂ et des Composés organiques volatils (COV). Mais la proximité des sources d'émissions des polluants précurseurs modifie le processus. Dans des situations de trafic intense, induisant de fortes concentrations en NO_x, l'ozone est en partie détruite par le NO : en effet, la transformation chimique du NO en NO₂ utilise l'O₃. Ainsi, une baisse des taux de NO_x conduit à une hausse de ceux d'ozone (Moussiopoulos *et al.*, 2000 ; Koffi, 2002 ; Qin *et al.*, 2004). Les trois stations de type urbain, localisées dans des espaces centraux marqués par une assez forte fréquentation automobile, sont donc soumis à ce phénomène chimique, dont les conséquences sont visibles à l'échelle hebdomadaire. Cette situation a également été constatée dans des études menées sur des agglomérations de Belgique (Vanderstraeten *et al.*, 1996), dans les Alpes italiennes (Vecchi, Valli, 1999) ou encore en Suisse (Brönnimann, Neu, 1997). La hausse du week-end y est alors interprétée comme étant une réponse à une diminution de la destruction de l'ozone, en raison d'une baisse des émissions de NO. Ainsi, la station rurale du Puy de Dôme, soumise à une faible pollution en NO_x, reste peu influencée par ces mécanismes et présente donc une régularité hebdomadaire de ses concentrations en ozone.

La semaine est ainsi marquée par des fluctuations des concentrations, au gré des activités urbaines. La pollution primaire affiche une décroissance pendant les week-ends, le dimanche, jour non ouvrable, étant caractérisé par les plus faibles concentrations. Le lundi se détache également comme une journée moins polluée, en lien avec les activités commerciales, alors que le vendredi correspond à une hausse des concentrations. Quant au week-end, il subit davantage la pollution en ozone, ce polluant présentant un profil opposé à celui des trois autres.

La netteté des fluctuations sur les stations de type trafic témoigne de la forte influence de la circulation automobile sur les émissions et conduit à envisager de prendre en considération ces variations hebdomadaires dans les aménagements urbains.

2.4. Des contrastes journaliers de pollution sous l'influence des conditions météorologiques

Si la description du profil saisonnier de pollution a mis en évidence des variations de la pollution en fonction du climat local, certains paramètres météorologiques influencent les niveaux de concentration et induisent une variation de la pollution à l'échelle journalière. L'étude des valeurs quotidiennes permet alors de discerner les phénomènes "exceptionnels", masqués dans les moyennes mensuelles et annuelles, et qui se distinguent des situations journalières moyennes par des valeurs particulièrement élevées (Glandus, Beltrando, 2008). Ces concentrations évoluent en effet de façon variable, selon les sources d'émissions de proximité d'une part (densité du trafic automobile, activités industrielles), et en fonction des fluctuations des paramètres météorologiques d'autre part. Les objectifs sont ici d'étudier les valeurs de pollution à l'échelle quotidienne et les relations existant entre les fortes teneurs en polluants et les conditions météorologiques.

D'une part, des Analyses en Composantes Principales (ACP), sans rotation, sont réalisées afin de mettre en évidence la part de covariation entre la totalité des stations des trois agglomérations pour chaque polluant. Les analyses sont menées polluant par polluant à partir de données centrées-réduites issues des concentrations journalières des quatre polluants (NO_2 , SO_2 , PM_{10} et O_3) sur la période d'étude. Les résultats de ces analyses mettant en relation les mesures quotidiennes de l'ensemble des stations des trois agglomérations, permettent de voir si celles-ci présentent une ressemblance dans leur comportement, en fonction de leur situation. Se dégagent ainsi des points communs ou des spécificités locales au sein des trois agglomérations et au sein même d'une seule agglomération (figure 47).

D'autre part, les journées considérées comme les "plus polluées" (valeurs maximales sur la série temporelle de l'ACP) sont observées en lien avec des paramètres météorologiques tels que la vitesse et direction du vent maximal pour les concentrations en polluants primaires (NO_2 , SO_2 , PM_{10}), et la température pour l'ozone. Le choix de ces journées s'est effectué de la façon suivante : les coordonnées des individus sur l'axe F1 ou F2 (Cf. annexe 3) ont été triées par ordre croissant ; les trente valeurs les plus grandes (soit 1% de l'échantillon) ont été retenues et observées. Elles équivalent aux journées durant lesquelles les taux de pollution tendent à être relativement élevés sur l'ensemble des stations de mesure corrélées avec cet axe. Cette constatation est d'ailleurs confirmée par l'étude des moyennes journalières brutes des stations : les valeurs moyennes sur ces jours sont systématiquement supérieures aux moyennes calculées sur la période d'étude.

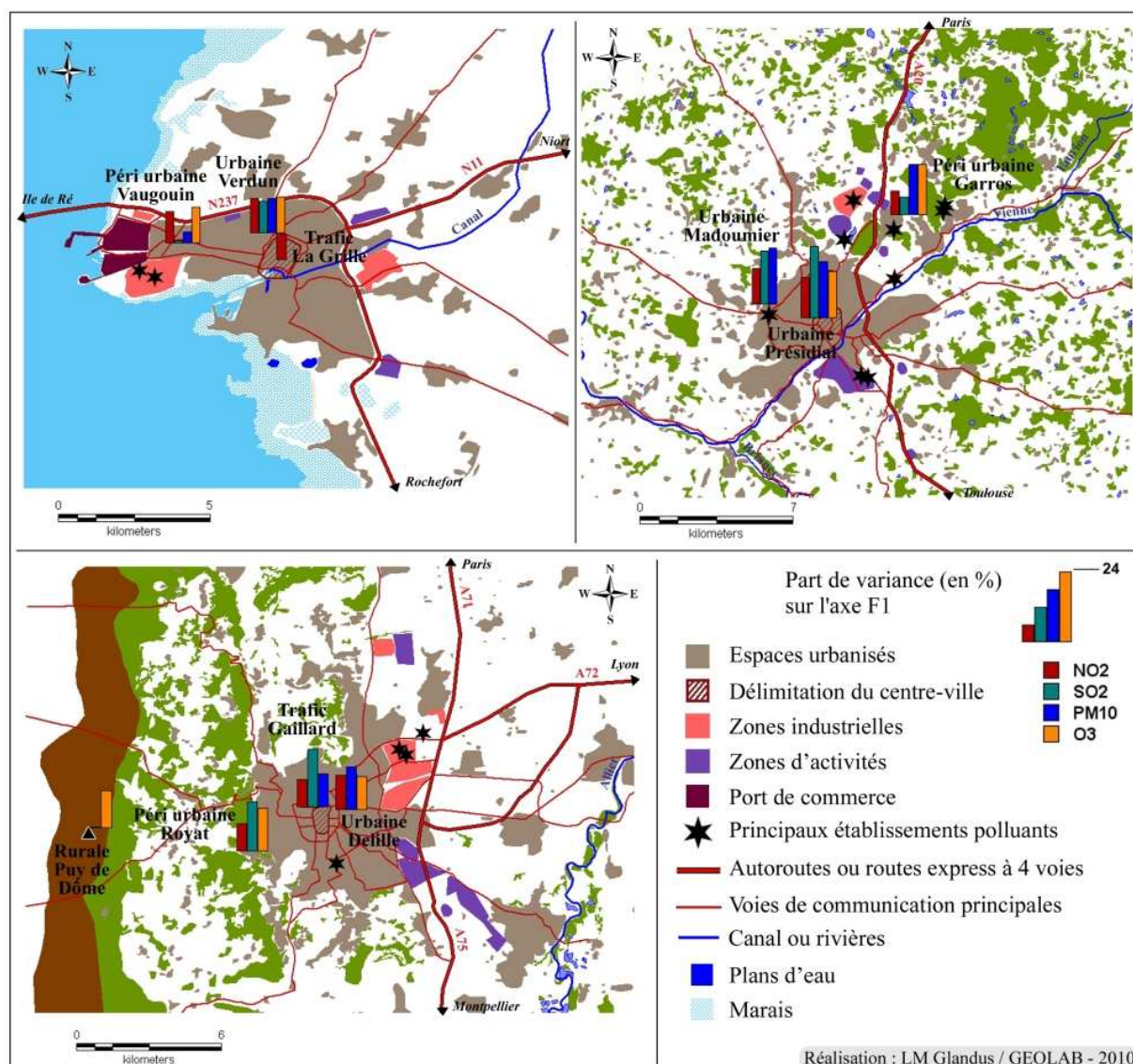


Figure 47 : Part de variance des stations de mesure sur l'axe F1 pour la pollution en NO₂, SO₂, PM10 et O₃

(Sources : Atmo Auvergne, Atmo Poitou-Charentes, Limair)

2.4.1. Le dioxyde d'azote : un polluant aux teneurs variables, très dépendant des émissions automobiles et des facteurs météorologiques

La relation la plus étroite apparaît entre les stations de types urbain et trafic, c'est-à-dire les sites les plus exposés à la circulation automobile. Ceux-ci enregistrent d'ailleurs les concentrations moyennes quotidiennes les plus élevées, témoignant de l'origine automobile de la pollution en NO₂. Mais la station trafic Gaillard de Clermont-Ferrand présente des valeurs bien supérieures à celles des autres stations, notamment péri urbaines. Au contraire, la station rurale située au sommet du Puy de Dôme (à 1 465 m d'altitude), enregistre des concentrations nettement inférieures à celles des autres sites.

Toutes les stations des trois agglomérations sont statistiquement et positivement corrélées avec l'axe factoriel 1 pour les taux de NO₂, à l'exception de la station du Puy de Dôme. Celle-ci a donc un comportement à part entière qui apparaît d'ailleurs sur l'axe F2 avec lequel elle est corrélée, alors que les neuf autres stations ne le sont pas (tableau XV).

Tableau XV : Part de variance (en %) sur les axes F1 et F2 des stations de mesure pour la pollution en NO₂

(Sources : Atmo Auvergne, Atmo Poitou-Charentes, Limair)

Stations	Grille	Verdun	Vaug.	Mad.	Présidial	Garros	Gaillard	Delille	Royat	Puy de Dôme
% de variance sur l'axe F1	9,4	11,3	10,9	11,7	13,9	8,2	10,3	12,9	10,4	0,4
% de variance sur l'axe F2	1,7	0,8	1,2	2,2	0,6	2,8	8,8	1,2	0,5	80,4

Ainsi, la pollution au sommet du Puy de Dôme varie de façon distincte : elle y augmente généralement lors de journées durant lesquelles aucune hausse de concentration en NO₂ n'est enregistrée sur les autres sites. D'une part, ce caractère particulier s'explique par la situation de cette station de mesures de type rural, localisée à l'écart de l'agglomération clermontoise et de grands axes routiers. L'impact du trafic routier, secteur principal émetteur de NO₂, y est donc faible : en effet, la moyenne globale sur la période y est particulièrement basse (3 µg/m³ contre 26 µg/m³ pour l'ensemble des neuf autres sites). D'autre part, l'altitude de ce site (1 465 m) peut lui permettre d'échapper en hiver aux phénomènes d'inversions thermiques, en étant positionné au-dessus de la couche d'inversion, et d'être soumis à des vents plus forts qui favorisent la dispersion de la pollution.

Les conditions météorologiques et le rythme hebdomadaire du trafic au sein de ces trois agglomérations étant relativement proches, il est cohérent d'observer une assez forte structuration spatiale des données de ce polluant. Néanmoins, même si cela ne peut être étudié ici, il doit être souligné que la pollution mesurée ne relève pas toujours seulement des émissions locales, mais peut résulter du déplacement de polluants au sein des masses d'air de l'ensemble de la troposphère (Deletraz, 2002).

Les journées présentant les valeurs moyennes les plus fortes correspondent à des jours ouvrables – ce qui suggère un lien avec l'activité industrielle et/ou les migrations pendulaires – mais également à des mois de la saison froide (de novembre à mars) – ce qui fait intervenir le facteur météorologique. Les températures relevées à ces périodes sont donc basses et parfois négatives (à Limoges et surtout Clermont-Ferrand). Pour exemple, les plus fortes concentrations mesurées à Limoges apparaissent le 21 décembre 2001. Or, ce jour est marqué par une température quotidienne moyenne négative, -3,5°C, très inférieure à la moyenne du mois de décembre sur la période d'étude (4,5°C). Dans de telles conditions, les installations de chauffage ont dû connaître une plus grande sollicitation, générant ainsi une hausse des concentrations en NO₂. Enfin, les hausses de pollution en NO₂ se manifestent le plus souvent en présence de vents de vitesse modérée, aux alentours de 5 m/s. La pollution connaît donc une évolution contraire à celle de la vitesse du vent : les teneurs augmentent lorsque la vitesse du vent diminue, et inversement. Cette constatation rejoint une notion déjà exposée (Vignati et al., 1996 ; Hargreaves et al., 2000 ; Cogliani, 2001 ; Jones et al., 2010) : les vents de faible vitesse (inférieure à 2 m/s, soit 7,2 km/h) sont favorables au maintien de la

pollution aux abords de son espace d'origine, alors que les vents forts (de vitesse supérieure à 5 m/s, soit 18 km/h) créent une turbulence qui disperse les polluants¹⁸.

2.4.2. La pollution en ozone : des journées aux caractéristiques thermiques bien marquées

La totalité des stations des trois agglomérations, quelle que soit leur localisation, est corrélée avec l'axe F1 (tableau XVI). Cependant, la station rurale du Puy de Dôme se distingue des autres pour ses concentrations, celle-ci étant la seule à être positivement corrélée avec l'axe F4. Il semble donc que ce site de mesures présente un comportement différent de celui des autres. La localisation singulière de la station rurale, n'étant pas située au sein d'une agglomération, explique les différences relevées. Ce site n'est soumis qu'à la seule influence du trafic local et subit peu les effets des émissions de Clermont-Ferrand, en raison de son éloignement et de son altitude.

Tableau XVI : Part de variance (en %) sur l'axe F1 des stations de mesure pour la pollution en O₃

(Sources : Atmo Auvergne, Atmo Poitou-Charentes, Limair)

Stations	Verdun	Vaug.	Présidial	Garros	Delille	Royat	Puy de Dôme
% de variance sur l'axe F1	12,9	13,2	15,5	16,8	12,3	15,5	13,9

Toutefois, la disparité de comportements entre stations est faible et montre une uniformité dans la pollution en ozone au sein des ces trois agglomérations, bien que séparées de près de 200 km l'une de l'autre. Cette forte structuration spatiale des données, pour des agglomérations éloignées, suggère que leur variabilité est contrôlée, au moins partiellement, par des paramètres météorologiques d'échelle synoptique. En effet, la pollution mesurée n'est pas uniquement due aux conditions locales, mais peut constituer dans certains cas une pollution importée, en provenance de régions particulièrement polluées. Les périodes de pollution photochimique constituent des phénomènes complexes, faisant intervenir plusieurs niveaux scalaires. Les facteurs explicatifs des concentrations en ozone peuvent ainsi être trouvés à l'échelle régionale, voire continentale, via le déplacement de masses d'air polluées plus ou moins éloignées. Les caractéristiques de la couche d'inversion des températures, mais aussi de la photochimie, jouent également un rôle sur les variations des teneurs. Enfin, à l'échelle locale, les niveaux peuvent fluctuer en fonction de la présence de polluants précurseurs ou destructeurs d'ozone, et de l'intervention des brises littorales (Bavay, Roussel, 1992 ; Comrie, 1994 ; Beck et al., 1999 ; Cheng, 2001 ; Koffi, 2002 ; Leriche, 2003 ; Dudouit Fichet, 2006 ; Martin, 2008).

On peut ainsi observer l'existence d'épisodes de pollution communs aux trois agglomérations. Notamment, la période caniculaire d'août 2003, du fait de sa durée et de son intensité, s'est traduite par un taux de pollution en ozone sans précédent (Beltrando et al., 2010). La pollution en ozone se manifeste en effet lors de situations anticycloniques stables et

¹⁸ La hiérarchie des vitesses de vent correspond à celle proposée par Baeriswyl (1997) : selon lui, un vent faible correspond à une vitesse inférieure à 2 m/s, soit 7,2 km/h, alors qu'un vent fort se définit par une vitesse supérieure à 5 m/s, soit 18 km/h.

le plus souvent chaudes (donc probablement peu ou pas nuageuses), favorables à la formation de ce polluant secondaire.

Cet épisode de canicule qui a touché la France se distingue bien dans l'observation des concentrations les plus fortes : du 2 au 13 août 2003. Ces dates sont d'ailleurs marquées par le dépassement du seuil de recommandations et d'information sur le site péri urbain de Clermont-Ferrand. Celui-ci a en effet enregistré de multiples concentrations horaires supérieures à $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$, la valeur maximale apparaissant le lundi 11 août ($205 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à 12h), date de la concentration journalière record sur cette station. Cette période se caractérise par des températures très élevées, largement supérieures à la moyenne du mois d'août calculée sur les années 1999 à 2006 (20°C). Au regard des moyennes journalières des températures, l'élévation de la chaleur apparaît nettement sur ces journées, et notamment sur celles du 6 au 12, marquées par des moyennes allant de $28,7$ à 30°C . De même, à La Rochelle, les hausses des concentrations suivent l'élévation des températures : en août 2003, les teneurs maximales sont enregistrées le 9 ($116 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour Verdun et $137 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour Vaugouin), jour de la plus forte chaleur ($28,6^\circ\text{C}$), puis diminuent le lendemain avec la légère baisse de la température de $1,2^\circ\text{C}$ ($112 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour Verdun et $119 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour Vaugouin). Le samedi 9 août, le seuil de recommandations et d'information pour l'ozone a été dépassé sur la station péri urbaine Vaugouin ($191 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à 13h), cette date correspondant à la moyenne journalière record sur ce site pour la totalité de la période d'étude ($137 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Enfin, à Limoges, si certaines concentrations maximales se manifestent majoritairement durant les mois d'août 2003, d'autres apparaissent au cours du mois de juin 2006, et la concentration maximale apparaît à la même date sur les deux stations de l'agglomération : le 14 juillet 2006 ($128 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour Présidial et $132 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour Garros). Ce jour-ci, la température moyenne est de $25,4^\circ\text{C}$ (alors que la moyenne du mois de juillet sur la période est de 19°C) mais ne fait pas partie des journées les plus chaudes de cette période de canicule de l'été 2006. Il en est de même des journées de juin 2006 dont les températures ($22,4^\circ\text{C}$ en moyenne sur les cinq journées), même si elles sont supérieures à la moyenne mensuelle, ne sont pas les plus élevées de l'été. Le seuil de recommandations et d'information pour l'ozone (moyenne horaire supérieure à $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) n'a d'ailleurs pas été atteint en 2006. Mais il a été dépassé durant l'été 2003 sur la station péri urbaine Garros : le 7 août ($196 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à 12h) ; le 8 août ($203 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à 15h) ; le 12 août ($188 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à 15h). Or, ces trois dates correspondent aux trois concentrations journalières les plus élevées sur cette station, après celle évoquée pour le 14 juillet 2006. Les journées du 7 et du 12 enregistrent une moyenne de $123 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et sont marquées par les températures les plus élevées de la période 1999-2006 (30 et $30,5^\circ\text{C}$).

Le rôle de la température est donc évident, mais une hausse de la chaleur estivale n'entraînerait pas systématiquement une élévation marquée des concentrations en ozone. Les teneurs des polluants précurseurs de l'ozone doivent donc également entrer en compte. Néanmoins, les pics de concentration en O_3 ne correspondent pas à des élévations des taux de NO_2 , mais plutôt à des valeurs assez faibles. L'opposition entre taux d'ozone et de dioxyde d'azote, observée à l'échelle journalière, mais également à l'échelle hebdomadaire, s'explique par le processus de formation chimique de l'ozone.

2.4.3. Deux stations au comportement particulier pour le dioxyde de soufre et les PM10

En termes de pollution en SO₂, la plupart des stations des trois agglomérations est statistiquement corrélée avec l'axe F1. Cependant, la station péri urbaine Vaugouin de La Rochelle ne présente pas de corrélation significative avec cet axe factoriel. Elle possède en effet une faible contribution à l'axe F1, alors que sa contribution à F3 est élevée. Un résultat voisin apparaît d'ailleurs pour les concentrations en PM10. L'ensemble des stations de mesure est corrélé positivement avec l'axe F1. Mais la station péri urbaine de La Rochelle contribue largement plus à l'axe F2 qu'à l'axe F1.

Les journées de pollution maximale en SO₂ et PM10 relèvent majoritairement de mois de la saison froide (entre la fin octobre et la mi mars), ceci confirmant les profils saisonniers de pollution présentés précédemment, et se caractérisent par des pressions atmosphériques supérieures à 1020 hPa et des vitesses de vent modérées (4,6 m/s). Ce type de situation correspond à des situations anticycloniques stables, s'installant généralement pour quelques jours. Mais il existe une exception : durant les trente jours de forte pollution en SO₂ et PM10 mesurée sur la station péri urbaine de La Rochelle, aucune logique saisonnière n'apparaît, les hausses pouvant apparaître aussi bien en période hivernale qu'estivale. Parmi les cinq valeurs de SO₂ les plus grandes, quatre correspondent aux mois de mars et avril : 33 et 29 µg/m³ les lundi 1^{er} et mardi 2 mars 1999 ; 25 µg/m³ le jeudi 26 avril 2001 ; 20 µg/m³ le mardi 20 avril 1999. Ces journées se caractérisent par des vents particulièrement forts (entre 8 et 10 m/s). L'étude des concentrations maximales en PM10 montre également que de nombreuses valeurs appartiennent aux mois d'avril, mai, juin, juillet, août et septembre. Les trois teneurs les plus élevées (170, 124 et 62 µg/m³) ont été relevées au mois de mai 2006 (le lundi 22, le samedi 20 et le vendredi 19) et dans des conditions de vents très forts (entre 12 et 15 m/s). De telles situations seraient, *a priori*, aptes à une bonne dispersion des polluants.

Toutefois, les directions majoritaires des vents durant les quatre journées de pollution en SO₂ sont similaires : 240°, soit des vents soufflant de l'ouest. Puis à l'occasion des trois journées de pollution en PM10, les directions sont proches de celles évoquées précédemment : 270° le 19 mai, 240° le 20 et 250° le 22. Or, au regard de la localisation de la station de mesure Vaugouin par rapport aux sources de pollution principales situées sur la zone industrielle de Chef-de-Baie et le port de commerce, il semblerait que des vents orientés de la sorte permettent le transport des polluants émis par les activités industrielles et commerciales en direction du site de mesure (figure 48). Celui-ci se situe en effet à environ 1,5 km au nord-est des deux établissements industriels principaux recensés sur l'agglomération de La Rochelle (l'usine d'incinération des ordures ménagères de la communauté d'agglomération de La Rochelle et l'usine chimique Rhodia Electronics and catalysis). Ces deux établissements émettant principalement du SO₂ et des PM10, leur influence sur les taux mesurés doit exister. Du reste, une campagne de mesures réalisée du 27 mars au 29 mai 2008 par l'association locale de surveillance (Atmo Poitou-Charentes, 2008), a révélé l'impact de l'activité de l'usine Rhodia sur les concentrations en SO₂, NO_x et PM10. Si les impacts sur les teneurs en SO₂ et NO_x ont été observés respectivement l'après-midi et la nuit, les concentrations en PM10 auraient, quant à elles, été influencées par ces activités industrielles de 9h à 19h. Certains habitants du quartier de Port-Neuf, localisé à environ 1,5 km à l'est de l'établissement, se sont d'ailleurs plaint de nuages blancs épais et de poussières noires. Enfin, la station Vaugouin se trouve également à moins de 3 km à l'est du port maritime de La Pallice, dont les activités de commerce des céréales ont été identifiées comme émettrices de PM10 (Atmo Poitou-Charentes, 2009).

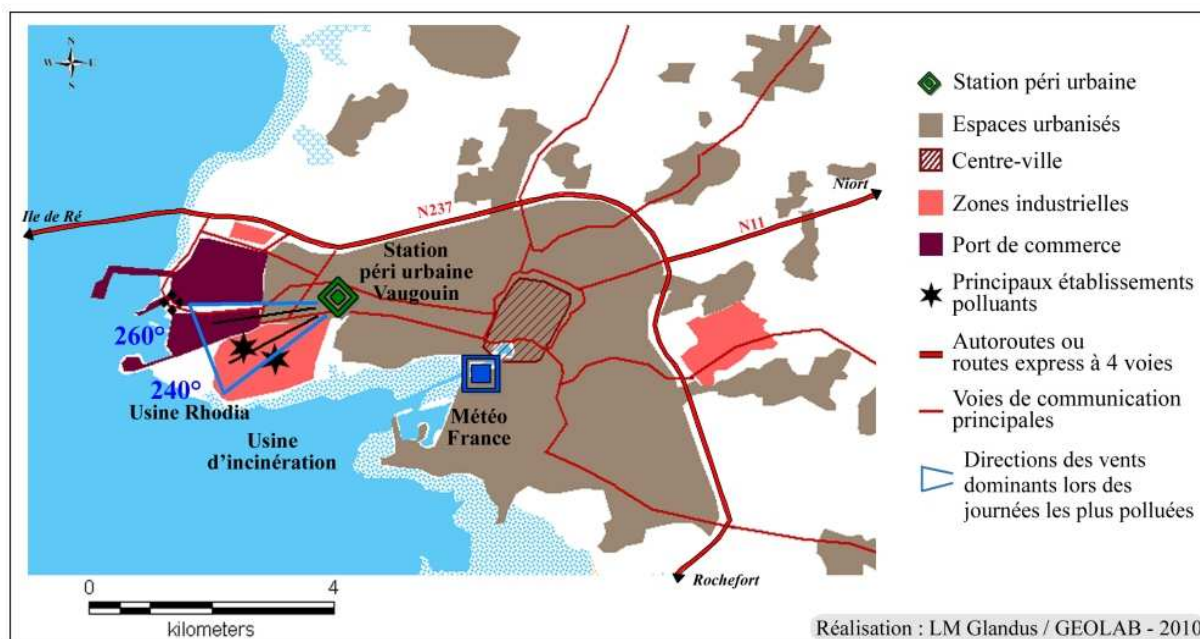


Figure 48 : Influence couplée d'émissions industrielles et des vents sur les hausses de pollution en SO_2 et PM_{10} au sein de la station péri urbaine de La Rochelle
(Sources : Atmo Poitou-Charentes, Météo France)

De même, la station péri urbaine Garros de Limoges montre un caractère particulier pour ses taux de SO_2 , se trouvant beaucoup plus corrélée avec l'axe F2 que F1 et contribuant à plus de 50% à cet axe. D'une part, cette station présente des exceptions au profil hivernal de pollution en SO_2 ; d'autre part, ses mesures mettent en évidence des pics relativement importants qui n'apparaissent pas au sein des autres sites de mesures. Notamment, la valeur journalière maximale de la période ($102 \mu\text{g}/\text{m}^3$), mesurée le mardi 16 mars 2004, représente un maximum largement supérieur à ceux des deux autres stations de l'agglomération.

Cette valeur record de $102 \mu\text{g}/\text{m}^3$, particulièrement notable, correspond à une élévation brusque de la pollution : elle s'inscrit dans une période de quatre jours durant lesquels les concentrations sont particulièrement élevées par rapport aux jours précédents et suivants (tableau XVII). De plus, le seuil de recommandations et d'information pour le SO_2 (moyenne horaire supérieure à $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a été dépassé le 16 mars 2004 sur la station : une concentration horaire de $715 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a été mesurée à 24h, celle-ci étant la plus importante jamais mesurée sur l'agglomération.

Tableau XVII : Moyennes journalières de SO₂ sur la station Garros de Limoges et caractéristiques du vent quotidien moyen sur la station de Limoges-Bellegarde
(Sources : Limair, Météo France)

Dates	SO ₂ (en µg/m ³)	Vitesse du vent (en m/s)	Direction du vent (rose de 360)
13 mars 2004	1	4	210
14 mars 2004	3	6	220
15 mars 2004	34	4	200
16 mars 2004	102	4	60
17 mars 2004	11	4	190
18 mars 2004	37	7	290
19 mars 2004	1	8	210
20 mars 2004	2	8	250
21 mars 2004	0	10	280

L'observation des vitesses du vent montre que celles-ci sont plutôt modérées durant les quatre journées de pollution, et que la soudaine baisse des concentrations (à partir du 19 mars) s'accompagne d'un accroissement de la vitesse du vent. En outre, ce pic de pollution se déroule dans une situation anticyclonique (pressions moyennes journalières au niveau de la mer de 1033 à 1027 hPa). Les conditions atmosphériques semblent donc dans ce cas réunies pour permettre une hausse des concentrations. Pourtant, à l'échelle de l'agglomération de Limoges, durant ces quatre journées, la pollution mesurée sur les stations urbaines (Présidial et Madoumier) ne fait pas apparaître de telles hausses : les concentrations sont très faibles sur la station Madoumier (1,75 µg/m³ en moyenne) ; quant à celles de la station Présidial, elles connaissent une variation, mais beaucoup moins prononcée que celle observée au Palais-sur-Vienne, la valeur maximale ne s'élevant qu'à 17 µg/m³. Cette situation laisse donc envisager l'existence d'une pollution très localisée.

En outre, si du 13 au 21 mars 2004, la quasi-totalité des directions du vent est comprise entre 190 et 280°, une direction totalement opposée existe sur cette période : 60°. Il s'agit d'un vent soufflant du nord-est. Or, ce dernier apparaît à la date du pic de pollution : le 16 mars. On peut également constater que lors des 30 journées de pollution la plus grande, les vents maximaux correspondent à des vents du nord-est, de directions essentiellement comprises entre 60 et 90°. Ces orientations rendent alors possible le transport des émissions provenant d'installations industrielles (figure 49).

L'association régionale de surveillance de la qualité de l'air, Limair, a réalisé plusieurs études concernant les concentrations en dioxyde de soufre sur la station Garros. L'association conclue que les données mesurées ne correspondent pas à celles attendues pour une station de fond de type péri urbain et considère que les origines de ces émissions sont de nature industrielle. Au Palais-sur-Vienne, où se situe la station, une usine attire l'attention de l'inspection des installations classées et de Limair pour ses rejets de SO_x : il s'agit de l'usine Valdi. Située au nord de la commune, elle est spécialisée dans le regroupement, le tri, le pré-traitement et la valorisation de produits métalliques et minéraux, et exploite également des installations d'incinération de déchets industriels.

Les études comparatives des concentrations et des vitesses et directions des vents réalisées par Limair (2002, 2004) mettent en évidence l'usine Valdi comme origine probable des pics ponctuels de pollution mesurés sur la station Garros. En outre, au regard des moyennes annuelles, il apparaît que les concentrations en dioxyde de soufre au Palais-sur-Vienne ont commencé à augmenter à partir du début de l'activité sur le site, soit l'année 2002.

Enfin, une explosion a eu lieu au sein de l'établissement (sur un four de fusion) le 14 avril 2004, conduisant à la suspension de l'activité sur plusieurs mois. Or, il apparaît que les taux de SO₂ de la station Garros sur cette année sont les plus faibles enregistrés depuis 2002. Les moyennes mensuelles permettent également d'appuyer cette constatation. En effet, les concentrations chutent très nettement entre le mois de mars et le mois d'avril (de 10 à 1 µg/m³), cette faible moyenne se maintenant jusqu'à la reprise d'activité sur le site, au mois de juin. L'influence de cette installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE) sur la zone de mesure apparaît donc dans ces observations.

Compte tenu de la situation de l'établissement Valdi par rapport à la station de mesure, et en prenant en considération la direction du vent de 60° préalablement observée, il semble que les émissions de Valdi doivent avoir un impact sur les fluctuations des concentrations mesurées au sein de la station péri urbaine Garros, et sont probablement à l'origine du pic de pollution du 16 mars 2004.

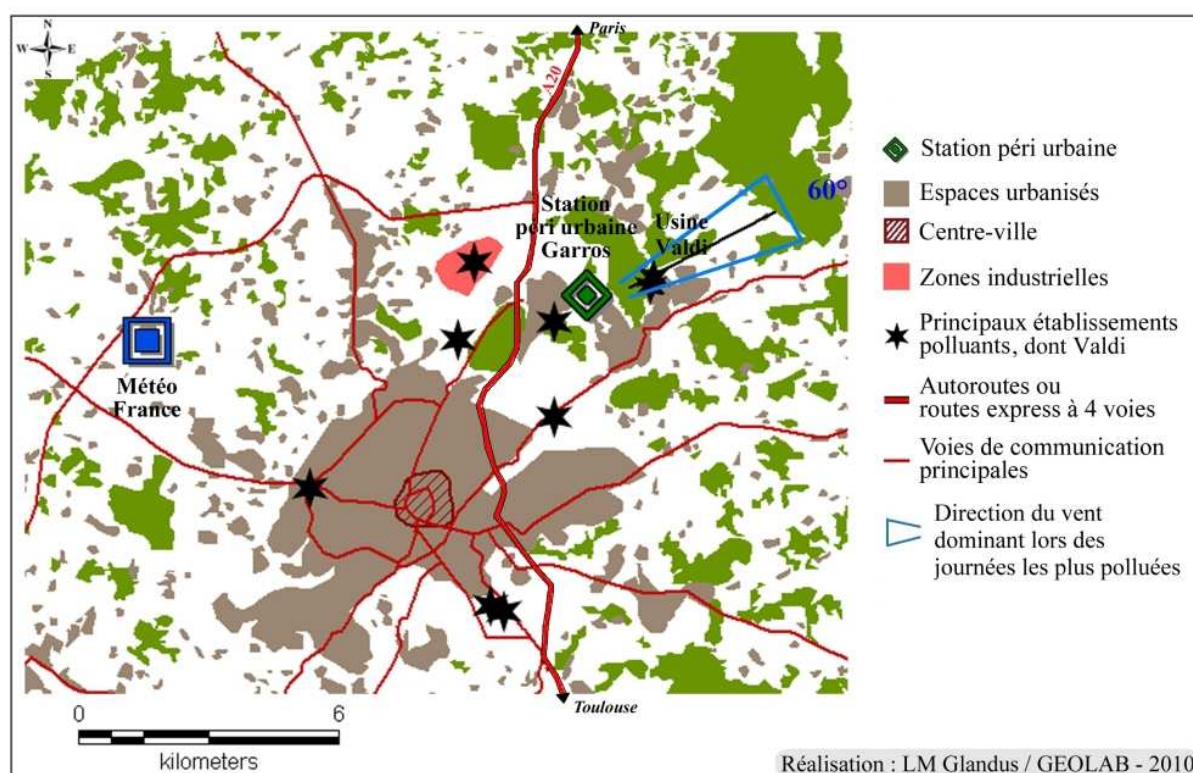


Figure 49 : Influence couplée d'émissions industrielles et des vents sur les hausses de pollution en SO₂ au sein de la station péri urbaine de Limoges

(Sources : Limair, Météo France)

Il existe donc de multiples jours durant lesquels une pollution importante est relevée sur plusieurs stations de chacune des agglomérations. Ces épisodes peuvent révéler une hausse des concentrations simultanée sur les trois agglomérations, notamment dans le cadre de l'ozone et du dioxyde d'azote, en lien avec des conditions météorologiques d'échelle régionale. Enfin, si les valeurs mesurées au sein des stations urbaines sont globalement assez homogènes, ce n'est pas le cas pour toutes les stations péri urbaines : l'activité industrielle semble largement influencer sur les concentrations péri urbaines en SO₂ et PM₁₀ à La Rochelle et Limoges. Quant aux stations de type trafic, localisées en centre-ville, la proximité des voies de circulation les rend sensibles aux moindres modifications des conditions de trafic, celui-ci étant mis en évidence comme la principale source d'émissions de NO₂ et de PM₁₀.

Conclusion du chapitre 2

Si l'étude pluriannuelle sur la période 1999-2006 montre une diminution de la pollution en NO_2 , SO_2 et PM_{10} , cette situation plutôt positive ne doit pas effacer une tendance à la hausse pour les concentrations en O_3 et des situations problématiques visibles à une échelle temporelle quotidienne. De façon générale, les valeurs mesurées sont supérieures au sein des stations de Clermont-Ferrand, notamment pour la pollution en NO_2 et O_3 , cette observation témoignant de l'impact des conditions topographiques et climatiques locales, défavorables à une bonne dispersion des polluants et plus propices à la formation de l'ozone. Seules les concentrations en SO_2 et PM_{10} montrent une tendance différente. Les stations de fond de Limoges présentent en effet les valeurs de SO_2 les plus fortes, alors que celles de La Rochelle dominent pour la pollution en PM_{10} . L'analyse des concentrations maximales journalières en SO_2 et PM_{10} laisse apparaître des particularités notables au sein des stations péri urbaines de La Rochelle et Limoges, se caractérisant par des valeurs particulièrement élevées par rapport aux moyennes (pics quotidiens moyen de 10 à 80 fois supérieurs aux valeurs moyennes). Cette situation trouve alors une origine dans la proximité de ces deux sites avec des établissements industriels polluants situés sous les vents dominants. Ces observations permettent donc d'incriminer certaines activités issues du secteur secondaire. Mais l'impact du trafic automobile se fait malgré tout sentir sur la totalité des stations des trois agglomérations, et plus encore au sein des centres-villes, en particulier pour la pollution en NO_2 et PM_{10} . Les hausses des concentrations surviennent généralement du lundi au vendredi, soit durant la semaine de travail, dans des conditions de vents faibles à modérés. Les valeurs enregistrées, largement supérieures à celles issues de la station située au sommet du Puy de Dôme, et dépassant parfois l'objectif de qualité, montrent la nécessité de réalisation d'aménagements urbains destinés à contrôler la circulation automobile. On peut, en outre, regretter que l'implantation des stations de type trafic ne s'accompagne pas de la mise en place de comptages systématiques des véhicules, afin de pouvoir comparer les résultats entre stations en ayant connaissance des réalités de chaque site.

Chapitre 3. Les espaces centraux soumis à la variabilité spatio-temporelle de la pollution : l'exemple de mesures itinérantes du CO à Limoges

Les centres-villes ont été mis en évidence comme les espaces les plus vulnérables à la pollution, du fait d'une densité élevée de véhicules automobiles et de la configuration des voies de circulation, qui ne permettent pas toujours une bonne ventilation. Si les études précédentes s'attachaient aux quatre polluants retenus dans le calcul de l'indice ATMO, une autre substance peut être prise en considération, car elle se trouve particulièrement présente dans les centres urbains : le monoxyde de carbone (CO). En effet, le CO, bon marqueur de la pollution d'origine automobile, constitue un danger sanitaire pour les personnes qui y sont exposées sur des périodes relativement longues (Dahech et *al.*, 2006). Les effets toxiques du CO sont reconnus depuis longtemps : en se mêlant à l'hémoglobine, il empêche l'oxygénation de l'organisme, même s'il est présent en faibles quantités, dans le cas d'une exposition prolongée (APPA Nord-Pas-de-Calais, 2008). A Copenhague, au Danemark, il a été montré qu'une longue exposition des agents municipaux (dans les rues et les cimetières de la ville) au trafic routier, induit des maux de tête et des vertiges probablement dus au monoxyde de carbone (Raaschou-Nielsen et *al.*, 1995). Les effets nocifs de ce polluant sur le système cardiovasculaire ont également été constatés : de récentes études menées dans sept villes américaines (Morris et *al.*, 1995) et dans dix villes canadiennes (Burnett et *al.*, 1997) ont montré que les hospitalisations des personnes âgées pour maladie cardiovasculaire, notamment pour insuffisance cardiaque, augmentent avec une hausse des concentrations en CO. Les mesures de ce polluant présentent l'avantage d'être assez fiables et assez faciles à réaliser au moyen de capteurs portables. La réalisation de campagnes de mesures itinérantes du CO permet ainsi d'apporter des informations sur la variabilité spatio-temporelle des teneurs en CO à une échelle temporelle fine et au sein d'un espace restreint, tel que l'hypercentre de Limoges (Glandus et *al.*, 2010). A ce niveau, de multiples facteurs sont susceptibles d'influencer la variation de ces teneurs : les conditions météorologiques, notamment la vitesse du vent et la pression atmosphérique, le trafic automobile, ainsi que la configuration des voies de circulation. Ce dernier élément peut notamment être pris en considération par les aménageurs dans la réalisation des plans de circulation en espace central.

3.1. Des mesures des taux de CO dans un contexte de concentration de la pollution

La réalisation de ces campagnes de mesures itinérantes s'est appuyée sur des conditions propres à observer les variations des taux de CO dans des situations néfastes à une bonne qualité de l'air : la proximité immédiate du trafic automobile et des conditions météorologiques limitant la dispersion des polluants.

3.1.1. Un site représentatif de la pollution automobile de proximité : l'hypercentre de Limoges

Le choix du lieu de réalisation de ces campagnes de mesures s'est orienté vers un site représentatif de la pollution automobile de proximité mais également assez fréquenté par les piétons, voire très fréquenté (au sein de rues piétonnes commerciales). Pour plusieurs raisons, l'hypercentre de Limoges a été choisi.

D'une part, les espaces centraux, lorsqu'ils sont caractérisés par un trafic dense et un manque de place (partage de la voirie avec d'autres usagers : transports en commun, piétons voire cyclistes), induisent des vitesses de circulation automobile plus faibles qu'en zones péri urbaines et surtout rurales. Or, la vitesse réduite de circulation entraîne généralement des émissions élevées de monoxyde de carbone. En effet, les types de conduite sont considérés comme importants : il est admis que la vitesse de circulation, les ralentissements et les redémarrages répétés sont influents sur les niveaux d'émissions de nombreux polluants, dont le CO (Ericsson, 2001 ; André, Rapone, 2008). Dans les conditions de conduite en centre-ville, pour lesquelles la vitesse est plus faible qu'en zone péri urbaine ou rurale, les émissions de CO sont plus élevées (André, Hammarström, 2000), aussi bien dans le cas des véhicules diesel qu'essence. Les niveaux émis par les véhicules diesel s'accroissent surtout avec la faible vitesse de circulation et la fréquence des arrêts, tandis que les niveaux des véhicules essence augmentent plus particulièrement avec les nombreuses accélérations, *a fortiori* si celles-ci sont fortes (André, Rapone, 2009) : il est reconnu que les conduites agressives entraînent des hausses d'émissions, au regard de conduites considérées comme normales (Vlieger *et al.*, 2000).

D'autre part, l'hypercentre de Limoges, à l'image des autres espaces centraux, présente des aménagements urbains influençant la concentration des polluants : des rues plutôt étroites bordées de bâtiments assez hauts, des larges boulevards, des places et des carrefours. La géométrie des bâtiments localisés le long des voies urbaines est reconnue comme ayant un impact sur la circulation des vents et la dispersion des polluants. Il a notamment été observé que les concentrations polluantes sont plus faibles dans le cas de rues larges, même si la dispersion des substances devient difficile lorsque la rue est très large. En revanche, les rues bordées de bâtiments hauts sont plutôt propices à la concentration de la pollution quand elles ne sont pas orientées dans la direction du vent dominant. Les polluants ont tendance à s'accumuler au niveau des voies de trafic au sein même de la rue, entraînant une détérioration de la qualité de l'air et augmentant la contamination des différents usagers : les conducteurs et passagers des véhicules, les cyclistes, ainsi que les piétons (Xiaomin *et al.*, 2006).

Enfin, l'association régionale de surveillance de la qualité de l'air en Limousin (Limair) ne possédait pas encore de station de type trafic à Limoges au moment de la réalisation de ces mesures, en février 2008 ; la station n'a en effet été implantée qu'en 2009. Or, cette catégorie de station de mesures, devant être située à moins de 5 m des voies de circulation, a pour vocation de mesurer la pollution directement influencée par les émissions routières. La seule station présente au centre de Limoges étant une station de fond de type urbain (Présidial), les campagnes de mesures réalisées vont permettre d'appréhender les niveaux de pollution existant dans des conditions de proximité du trafic urbain. En effet, au sein d'une station urbaine, l'air ambiant est prélevé à environ 3 m au-dessus du substrat, ces mesures fixes ne permettant pas de percevoir les niveaux de pollution présents à proximité du trafic routier.

3.1.2. Des mesures itinérantes des taux de CO

Les mesures étant menées de façon itinérante, un circuit d'une longueur de 4 km, correspondant à environ 1 h de marche et donc de mesures, a été retenu au sein de l'hypercentre. L'objectif était de montrer la variabilité spatiale du CO en empruntant diverses voies de circulation : des rues étroites comme de larges boulevards plus fréquentés, ainsi que des places et carrefours. Des espaces piétonniers ont également été choisis, afin de voir de quelle façon évoluent les concentrations en s'éloignant des zones de trafic (figure 50 ; tableau XVIII).

Outre les mesures itinérantes, nous avons réalisé à onze reprises, des mesures "fixes" d'une durée d'1 min, à des endroits spécifiques : carrefours, places ou voies assez fréquentées (figure 50 ; tableau XIX). L'objectif est dans ce cas de compter les véhicules en circulation ou arrêtés aux feux rouges, dans le but d'établir un lien entre les niveaux de pollution mesurés et le trafic réel.

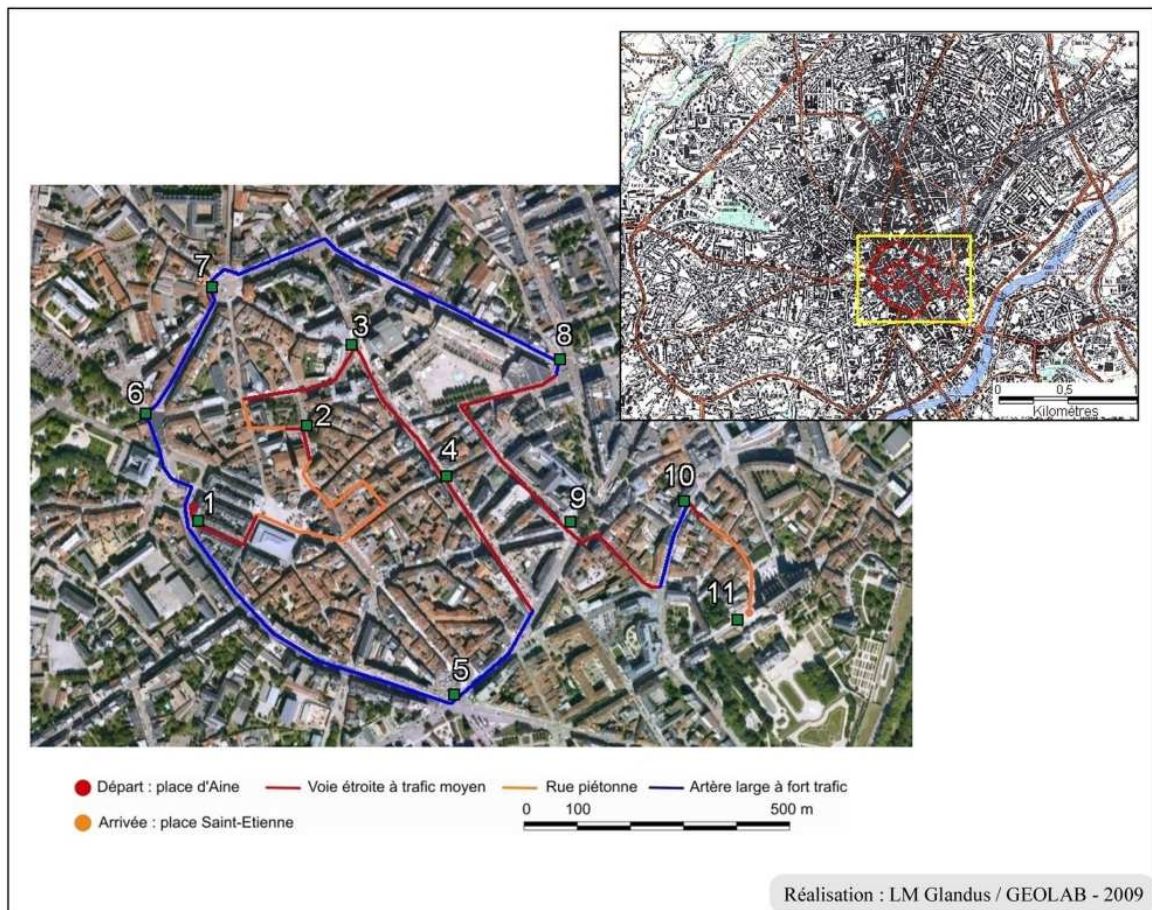


Figure 50 : Présentation du circuit de mesures tracé au sein du centre-ville de Limoges
(Fonds de carte : Google Earth © 2009 ; IGN)

Tableau XVIII : Caractéristiques des voies empruntées sur le circuit de mesures

Voies empruntées	Caractères	Voies empruntées	Caractères
Place d'Aine	Voies étroites	Boulevard Gambetta	Artères larges
Rue d'Aguesseau		Place d'Aine	
Place de la Motte	Rues piétonnes	Boulevard Victor Hugo	
Rue des Halles		Place Denis Dussoubs	
Rue du Consulat		Avenue de la Libération	
Cour du Temple		Boulevard Carnot	
Rue du Temple		Carrefour Tourny	
Rue Ferrerie		Rue Porte Tourny	
Rue du Clocher		Rue Dalesme	
Place Saint-Michel	Voies étroites	Rue du Collège	
Place du Présidial		Voie étroite	Place Wilson
Rue des Prisons		Rues piétonnes	Rue Raspail
Rue Adien Dubouché	Place de la Cité		
Rue Turgot	Voies étroites	Boulevard de la Cité	Artère large
Rue Jean Jaurès		Rue des Allois	Rue piétonne
Boulevard Louis Blanc	Artère large	Place Saint-Etienne	Voie étroite

Tableau XIX : Caractéristiques des onze points d'arrêt réalisés sur le circuit de mesures

	Points d'arrêt	Précision
1	Place d'Aine	En haut du boulevard Gambetta
2	Place du Présidial	Au centre de la place
3	Carrefour Grand théâtre	Au bas de la rue Turgot
4	Rue Jean Jaurès	Au bas de la rue du Consulat
5	Bd Louis Blanc	Aux feux du carrefour de la place Léon Betoulle
6	Place Winston Churchill	Au bas du pôle d'échanges de la STCL
7	Place Denis Dussoubs	Devant le multiplex cinéma
8	Carrefour Tourny	Au bas du boulevard Carnot
9	Place Wilson	Le long du boulevard Georges Périn
10	Boulevard de la Cité	Au bas de la rue des Allois
11	Place Saint-Etienne	Devant la cathédrale

L'ensemble de ces mesures a été réalisé sur les trottoirs longeant les voies de circulation, à moins de 1,5 m de celles-ci, afin de se placer dans la situation des piétons et de connaître ainsi les concentrations auxquelles ils sont soumis. La sonde du capteur a, quant à elle, été placée au niveau de l'appareil respiratoire (à environ 1,5 m du sol). Le matériel utilisé est un capteur portatif de type "Testo 400", programmé pour effectuer des enregistrements toutes les 5 sec¹⁹ (figure 51).

¹⁹ Le capteur a été étalonné en 2006 (méthode in Quenol et al., 2006) et sa marge d'incertitude est d'environ 5%.

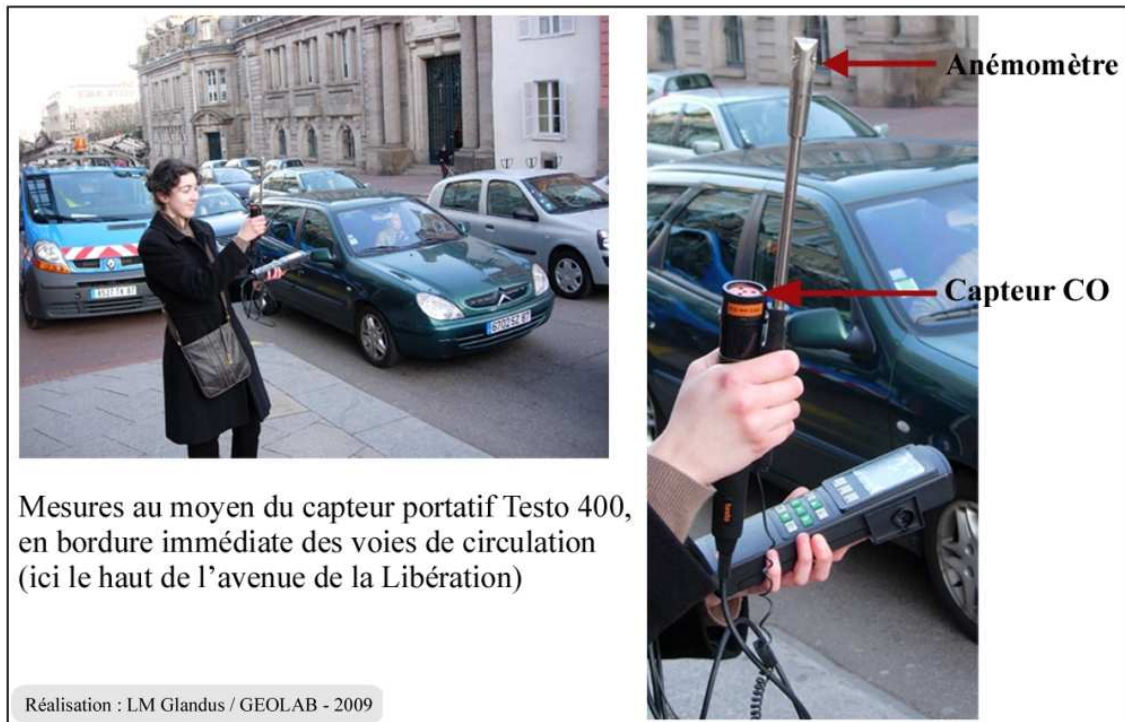


Figure 51 : Mesures itinérantes des taux de CO à Limoges
(Photos : LM Glandus)

3.1.3. Des conditions météorologiques favorables à la concentration des polluants

Afin d'être en mesure d'observer une variabilité spatiale de la pollution, la situation météorologique doit être caractérisée par un temps stable et plus particulièrement un vent de vitesse assez faible sur le site.

Les campagnes ont été réalisées durant deux journées consécutives proposant des conditions anticycloniques, avec des vents de vitesse faible à modérée (4,2 m/s au maximum, soit 15 km/h) : les dimanche 10 et lundi 11 février 2008 (tableau XX).

Tableau XX : Valeurs moyennes horaires durant les heures de mesures, issues de la station Météo France de Limoges-Bellegarde (températures mesurées à 1,70 m et vents mesurés à 10 m du sol)
(Source : Infoclimat : <http://www.infoclimat.fr> - 2008)

Journées	Horaires	Température (°C)	Pression (hPa)	Vent moyen (m/s)
Dimanche 10	15h00 - 16h00	13,5	1027,5	1,10
Lundi 11	9h00 - 10h00	3,8	1028,7	3,00
	12h00 - 13h00	8,3	1028,1	4,20
	13h00 - 14h00	9,6	1027,6	4,20
	16h00 - 17h00	12	1025,8	1,90
	17h00 - 18h00	12,1	1025,7	1,10

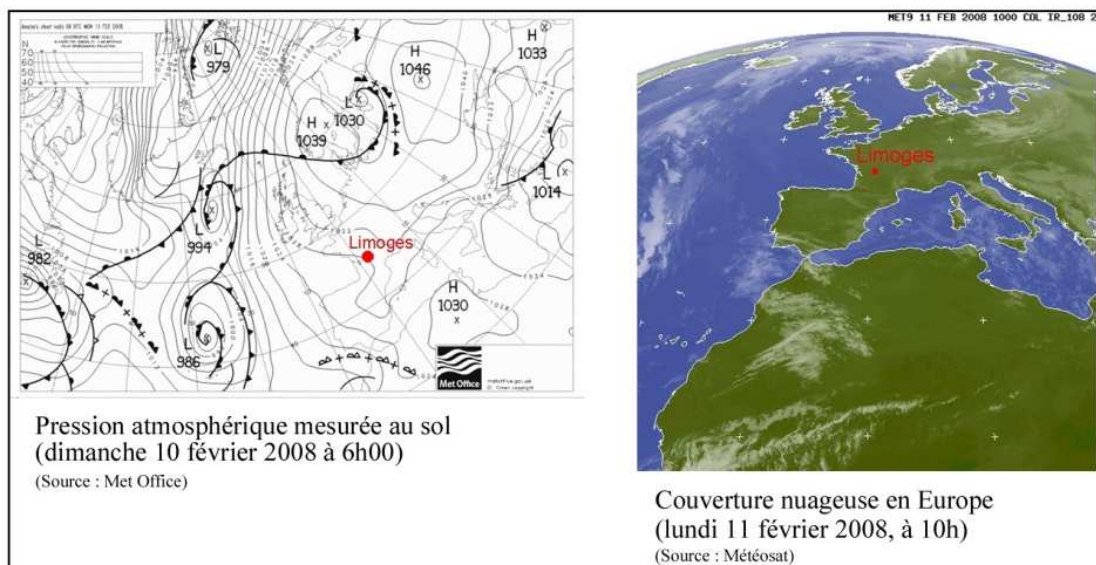


Figure 52 : Conditions météorologiques durant la campagne de mesures
(Sources : Met Office ; Météosat)

Les documents d'échelle synoptique présentés en figure 52 témoignent des bonnes conditions météorologiques qui caractérisent ces deux journées de mesures. Les vents sont de vitesses faible (le dimanche après-midi et le lundi en fin de journée) et modérée (aux autres heures du lundi). Ces conditions permettent donc une dispersion limitée des polluants émis et une répartition inégale de la pollution à l'échelle locale.

Afin d'établir un lien entre teneurs en CO et conditions météorologiques, nous avons effectué des mesures de la vitesse du vent tout au long des circuits. Mais les valeurs obtenues étaient significativement basses et en grande majorité nulles. La difficulté de mesure du vent instantané nous a donc conduits à ignorer ces données et à avoir recours aux mesures de Météo France sur la station la plus proche. Ainsi, les moyennes horaires relatives à la vitesse du vent mesuré par Météo France sur la station de Limoges-Bellegarde sont utilisées. Cette station – la plus proche de la zone d'étude – est située à 402 m d'altitude, soit 100 m de plus que le centre-ville, au sein d'un site bien dégagé.

Cependant, l'inconvénient de ce choix – établi sur la base des conditions météorologiques – réside dans le fait que ces journées ne soient pas les plus polluées de la semaine, au regard des moyennes émanant des mesures des associations de surveillance. Le dimanche étant chômé, il a en effet été présenté comme le jour le moins pollué de la semaine (en termes de polluants primaires). Quant au lundi, il a été montré qu'il correspondait à un jour de moindre pollution, la plupart des commerces étant fermée. De plus, les dates des mesures correspondent à une période de vacances scolaires, ceci entraînant vraisemblablement une baisse de la circulation. Mais ces campagnes de mesures permettent, en plus d'une analyse des disparités spatiales de pollution, d'observer cette évolution temporelle du trafic et de la pollution entre le dernier jour du week-end et le début de la semaine de travail.

Durant ces deux journées, le circuit a été parcouru à quatre reprises, en fonction des rythmes d'activités urbaines, afin de mettre en évidence la variabilité temporelle des taux de CO :

- Le dimanche après-midi, de 15h à 16h ;
- Le lundi matin, de 8h50 à 9h50 ;
- Le lundi en milieu de journée, de 12h35 à 13h35 ;
- Le lundi en fin d'après-midi, de 16h40 à 17h40.

Les horaires du lundi, jour ouvrable, correspondent aux périodes particulièrement fortes en trafic automobile sur les jours travaillés de la semaine (du lundi au vendredi), en raison des horaires de travail des personnes actives. En effet, l'Enquête Ménages Déplacements (EMD) réalisée sur l'agglomération de Limoges en 2005-2006 a montré quelles variations de circulation existaient au sein d'une journée. Une première période de pointe apparaît entre 8 et 9h ; une deuxième se distingue entre 13 et 14h ; une dernière entre 17 et 18h.

3.2. Une variabilité temporelle des teneurs en CO

Les comptages réalisés durant une minute sur les onze points d'arrêt font apparaître une augmentation de la circulation, automobile notamment. Cette dernière est en effet très majoritairement présente, puisque 433 voitures ont été comptées au total sur les quatre circuits, contre seulement 8 bus et 7 motos. Le trafic automobile montre une hausse progressive entre la première campagne, réalisée le dimanche après-midi, et la dernière réalisée le lundi en fin d'après-midi (tableau XXI).

Ces contrastes observés au niveau du trafic sont susceptibles d'entraîner des variations temporelles des concentrations en CO (tableau XXI ; figure 53). Or, au regard des concentrations maximales et des moyennes sur les onze points d'arrêt, il s'avère que les évolutions des taux de CO et celles du trafic ne suivent pas des variations exactement semblables.

Tableau XXI : Données relatives aux quatre circuits et aux onze points d'arrêt

	Dimanche 15h00	Lundi 8h50	Lundi 12h35	Lundi 16h40
Taux moyens de CO (en ppm) sur les 11 points d'arrêt	2,28	1,32	0,71	2,30
Taux moyens de CO (en ppm) sur l'ensemble du circuit	2,52	1,15	0,89	2,37
Concentrations maximales en CO (en ppm) sur les 11 points d'arrêt	3,30	2,40	1,80	4,70
Concentrations maximales en CO (en ppm) sur l'ensemble du circuit	5,90	7,00	5,90	7,60
Concentrations minimales en CO (en ppm) sur les 11 points d'arrêt	1,10	0,40	0,00	0,90
Concentrations minimales en CO (en ppm) sur l'ensemble du circuit	0,60	0,00	0,00	0,30
Vitesse moyenne du vent à Bellegarde (en m/s)	1,1	3	4,2	1,5
Nombre de voitures comptabilisées sur les 11 points d'arrêt	56	101	113	163

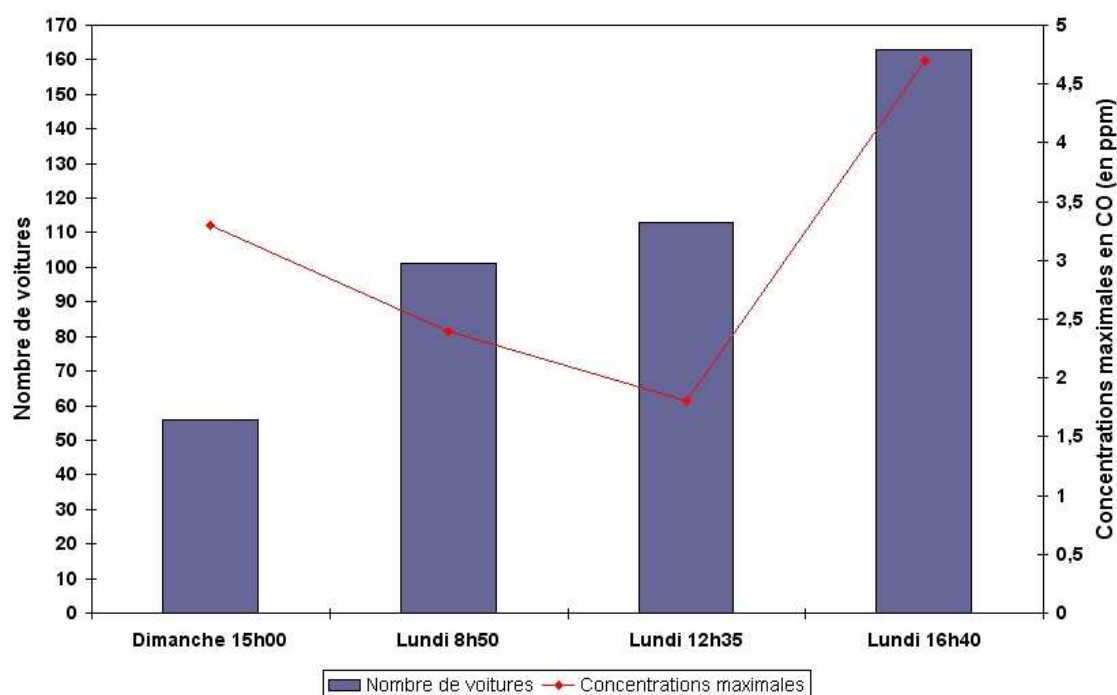


Figure 53 : Variation temporelle du nombre total de voitures durant 1 mn et des concentrations maximales moyennes en CO sur les points d'arrêt

La valeur maximale sur les onze points d'arrêt a été enregistrée le lundi entre 16h40 et 17h40 (4,7 ppm). Cette hausse des concentrations par rapport aux trois autres circuits paraît logique au regard de l'augmentation du trafic constatée. Cependant, nous pouvons remarquer que le taux de CO du dimanche (3,3 ppm) est supérieur à celui des deux autres circuits du lundi, la pollution la plus faible apparaissant le lundi entre 12h35 et 13h35 (1,8 ppm). Les comptages sur les onze points montrent pourtant une progression de la circulation.

Il semble donc que les concentrations maximales observées sur les circuits ne permettent pas de constater de relation directe entre les hausses du trafic urbain et l'augmentation de la pollution de proximité en CO. Des données des comptages automobiles effectuées par la municipalité de Limoges auraient, dans ce cas, été utiles pour analyser plus finement le lien entre pollution et trafic, mais celles-ci n'ont pu être obtenues.

Mais, outre la relation entre trafic et pollution, une autre composante non négligeable doit être intégrée afin de comprendre les variations des concentrations en CO : la vitesse du vent.

Au regard des mesures réalisées sur 1 h, il apparaît clairement que les teneurs en CO augmentent lorsque le vent faiblit. Les taux les plus élevés sont relevés quand le vent est faible et l'atmosphère la plus stable : dimanche après-midi et lundi en fin d'après-midi. Au contraire, les taux les plus faibles apparaissent le lundi entre 12h35 et 13h35 ; à cet horaire-ci, la vitesse du vent est la plus élevée (4,2 m/s, contre seulement 1,1 m/s le dimanche), ceci facilitant la dispersion de la pollution, d'autant plus que le CO est un polluant volatil : sa dispersion est donc rapide lorsque le vent est de vitesse modérée ou forte. Le circuit du lundi matin (entre 8h50 et 9h50) présente également des contrastes globalement moins marqués et des concentrations plus faibles que le dimanche.

Ces comparaisons doivent cependant être nuancées par le fait que les mesures du vent moyen horaire proviennent de la station Météo France située sur le site de l'aéroport de Limoges-Bellegarde, à 7 km à l'ouest de la zone d'étude, et non de l'hypercentre de la ville où aucune station météorologique n'existe. De plus, la station Météo France est positionnée à une altitude supérieure d'environ 100 m à celle du centre-ville, au sein d'un site bien dégagé. Ces données exploitées ne sont donc pas représentatives de la situation réelle rencontrée durant les campagnes de mesures, la morphologie urbaine induisant des contrastes dans la ventilation. Cependant, cela correspond à ce qui apparaît déjà dans la littérature : de faibles vitesses du vent sont souvent associées à de fortes teneurs en polluants (Oetl et *al.*, 2005) et dans les modèles de simulation de dispersion de la pollution, les concentrations polluantes sont considérées comme inversement proportionnelles aux vitesses du vent (Holmes et *al.*, 2005).

Ces premières observations permettent alors de constater que la mise en relation entre teneurs en CO et trafic automobile doit être opérée à une échelle plus fine que les échelles journalière et horaire, tant les fluctuations spatiales sont importantes.

3.3. Une variabilité temporelle et spatiale des teneurs en CO à l'échelle du quartier

La tendance générale de pollution observée à partir des mesures des onze points d'arrêt et des moyennes des circuits met bien en évidence l'influence du facteur météorologie qu'est le vent sur la concentration de la pollution. La participation du trafic automobile ne peut cependant pas être éludée et, au regard du détail de chacun des quatre circuits de mesures, des nuances sont mises en évidence.

3.3.1. Des hausses ponctuelles du CO liées au trafic automobile

Tout d'abord, l'observation des valeurs mesurées sur les quatre circuits (figure 54) montre que les lieux où les concentrations en CO sont plus élevées le dimanche après-midi, entre 15 et 16h, que le lundi en fin d'après-midi, entre 16h40 et 17h40, correspondent à des zones de faible trafic. A l'inverse, les concentrations plus élevées le lundi s'observent au sein des sites les plus fréquentés (place d'Aine, boulevard Louis Blanc, place Denis Dussoubs, place Wilson). La pollution supérieure mesurée le lundi en fin d'après-midi est donc probablement la conséquence directe de la circulation automobile, plus intense en fin de journée. Quant aux valeurs du dimanche, elles sont caractéristiques d'une situation météorologique très stable associée à un faible trafic automobile, et sont plutôt représentatives d'une pollution de fond. Cette situation montre ainsi que le trafic plus faible d'un jour non ouvrable ne signifie pas forcément baisse de la pollution, dans des conditions atmosphériques stables.

Ensuite, au regard des mesures sur chacun des circuits, on peut constater que des hausses des valeurs sont visibles sur les voies les plus fréquentées (avenues, carrefours), mais également lors des arrêts des véhicules aux feux rouges.

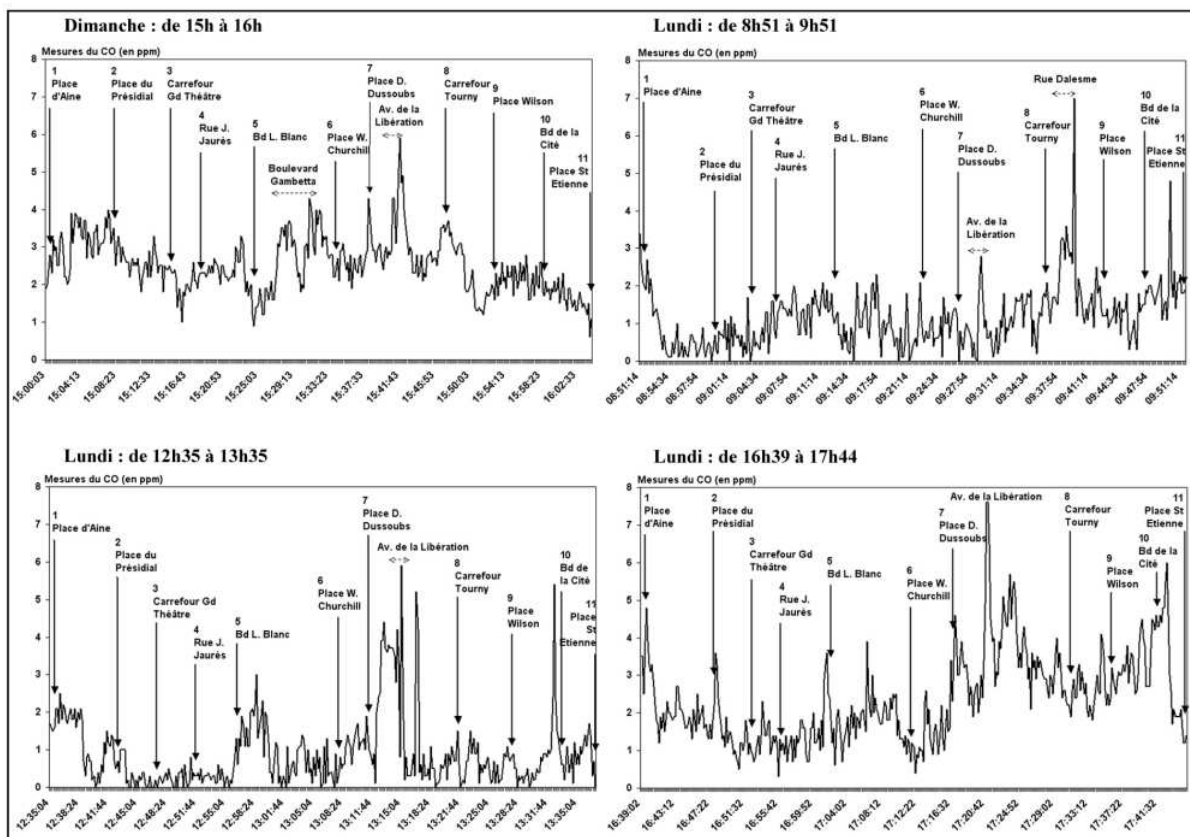


Figure 54 : Fluctuations des concentrations en CO sur les quatre circuits

Les concentrations maximales du dimanche après-midi sont enregistrées au niveau de la place Denis Dussoubs – point d'arrêt n°7 – (4,3 ppm) et surtout dans l'avenue de la Libération (5,9 ppm), au croisement du boulevard Carnot : c'est sur ces artères larges que les véhicules sont les plus nombreux ce jour-là. Auparavant, une première élévation de la

concentration en CO s'était manifestée boulevard Gambetta, en lien avec un trafic plus élevé. Par la suite, les valeurs diminuent lors du passage sur des voies étroites et secondaires, peu fréquentées. Seul le boulevard de la Cité constitue une artère importante, mais il est ce jour-là fermé à la circulation (en raison du marché à la brocante des « Puces de la cité »).

De même le lundi, entre 12h35 et 13h35, la hausse la plus marquée se manifeste à partir de la place Denis Dussoubs et surtout avenue de la Libération (5,9 ppm). Puis suit une baisse boulevard Carnot où le trafic est modéré et la voie large et bien ventilée. Les valeurs se stabilisent ensuite à des niveaux faibles (environ 0,5 ppm) jusqu'à l'arrivée, exception faite d'une dernière hausse (5,4 ppm) boulevard de la Cité, du fait d'une fréquentation assez importante de cette voie.

Le dernier circuit du lundi, entre 16h40 et 17h40, met en évidence une nette augmentation des concentrations par rapport au circuit précédent, en lien avec l'élévation générale du trafic et la diminution de la vitesse du vent (1,5 m/s). Si les concentrations diminuent dans les rues piétonnes, elles sont en hausse sur le boulevard Gambetta, celui-ci étant particulièrement fréquenté sur cette plage horaire (entre 17h et 17h10). Puis, comme observé précédemment, les teneurs en CO augmentent de nouveau à partir de la place Denis Dussoubs (figure 55). Les valeurs sont particulièrement élevées dans l'avenue de la Libération, où elles atteignent les niveaux maximaux enregistrés lors de ces campagnes (jusqu'à 7,6 ppm, soit 8816 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Or, le trafic est, à cette heure-ci, largement supérieur à celui des trois autres circuits. Ces niveaux restent d'ailleurs élevés (3,3 ppm en moyenne) jusqu'à la quasi-fin du circuit où, en entrant dans l'ultime espace piétonnier, les valeurs chutent brutalement pour se maintenir à une moyenne de 1,7 ppm.

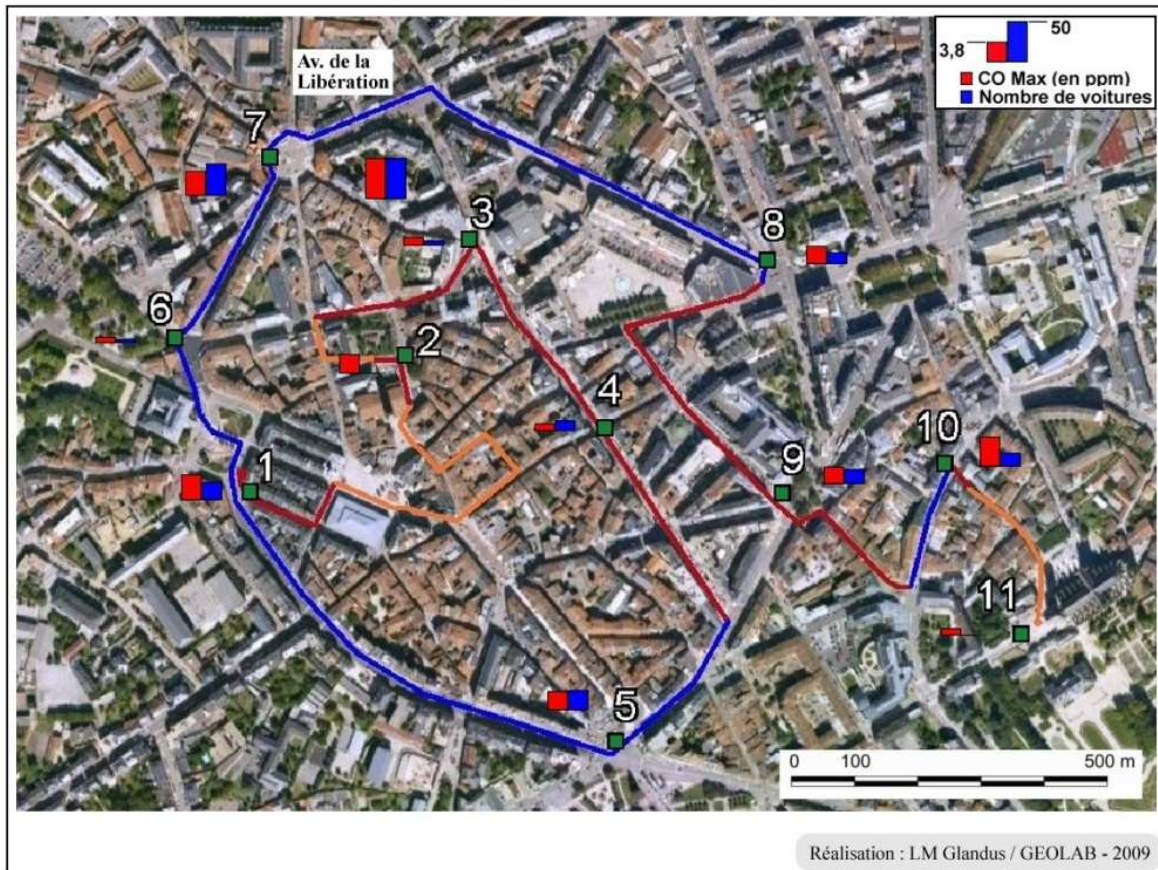


Figure 55 : Concentrations maximales en CO sur 1 mn et nombre de voitures sur les onze points d'arrêt et l'avenue de la Libération, le lundi entre 16h40 et 17h40
(Fond de carte : Google Earth © 2009)

Par ailleurs, lors de l'ultime circuit, les taux oscillent clairement entre les passages et l'absence de véhicule, ainsi qu'entre la circulation et l'arrêt des voitures.

Lors de l'arrêt effectué rue Jean Jaurès (point d'arrêt n°4), de nombreuses petites fluctuations apparaissent au passage des 13 voitures comptées. En outre, le taux de CO augmente boulevard Louis Blanc (point d'arrêt n°5), notamment au feu rouge. En effet, une première valeur plus importante apparaît, suivie d'une baisse : la première période correspond à un arrêt des voitures au feu rouge, suivie, dans un second temps, du passage au feu vert. Un phénomène similaire à celui-ci apparaît place Wilson : après une première phase au cours de laquelle les voitures circulent, on note une hausse des concentrations en CO lors de leur immobilisation au feu rouge. L'élévation des concentrations de CO est donc bien visible lorsque les véhicules sont à l'arrêt, moteur au ralenti.

Le dernier circuit de mesures, réalisé le lundi entre 16h40 et 17h40, apparaît donc comme le plus représentatif de l'influence du trafic automobile en centre-ville sur les niveaux de pollution de proximité : cette situation peut s'expliquer par la relative stabilité atmosphérique et la faiblesse du vent à cette heure-ci (1,5 m/s), limitant la dispersion des polluants et permettant une plus grande spatialisation de la pollution émise, à une heure où le trafic automobile est le plus intense des quatre circuits.

3.3.2. Des hausses des valeurs influencées par la morphologie urbaine

Certaines rues étroites, malgré la fluidité du trafic, apparaissent plus polluées que les artères larges et plus fréquentées. Des mesures de température auraient peut-être pu révéler une diminution des valeurs en entrant dans ces rues, en raison d'une ombre plus marquée, cette situation entraînant une plus grande densité de l'air, propice à la concentration du CO. On peut notamment relever l'existence d'une hausse importante des concentrations en CO (7 ppm), lors du circuit du lundi matin (entre 8h50 et 9h50). Celle-ci se manifeste dans la rue Dalesme, rue étroite et assez peu fréquentée (figure 56). Le passage de seulement quelques véhicules roulant à faible vitesse (moins de 30 km/h) aux abords d'un parking et l'étroitesse de la voie, peu favorable à la dispersion des polluants, entraînent une brusque élévation du taux de CO.

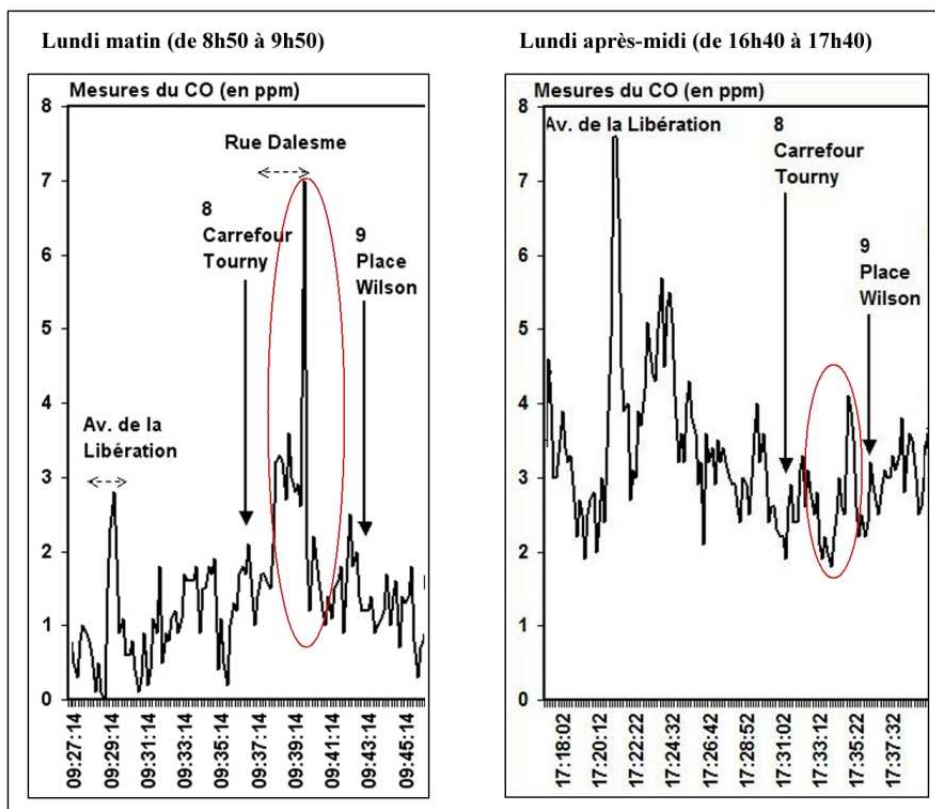


Figure 56 : Hausse ponctuelle des concentrations en CO le lundi matin (en comparaison avec le circuit du lundi après-midi)

Par ailleurs, au sein de l'espace piétonnier, les valeurs du dimanche après-midi se maintiennent aux mêmes niveaux que celles enregistrées place d'Aine (point d'arrêt n°1). Mais cet espace se compose de rues étroites bordées de bâtiments assez hauts ; ces caractères constituent une condition néfaste à une bonne dispersion de la pollution. *A fortiori*, la majorité des rues empruntées a une orientation sud-ouest/nord-est, alors que le vent dominant, mesuré à la station Météo France de Bellegarde à l'heure de la campagne, est d'orientation sud (170°). Néanmoins, comme précédemment, des réserves restent à faire quant à l'utilisation de ces données. Ce jour-ci, les concentrations de l'espace piétonnier (3 ppm en moyenne) sont même supérieures à celles mesurées rue Jean Jaurès et boulevard Louis Blanc (2,2 ppm) où 8 voitures sont comptabilisées (figure 57). Or, ces dernières voies sont d'une largeur

moyenne, pouvant favoriser leur ventilation et de ce fait la dispersion des polluants. Cette observation témoigne de la forte variabilité spatiale du CO et de l'influence de la morphologie urbaine sur les niveaux de pollution, comme déjà observé à Paris par exemple (Quenol et *al.*, 2006).

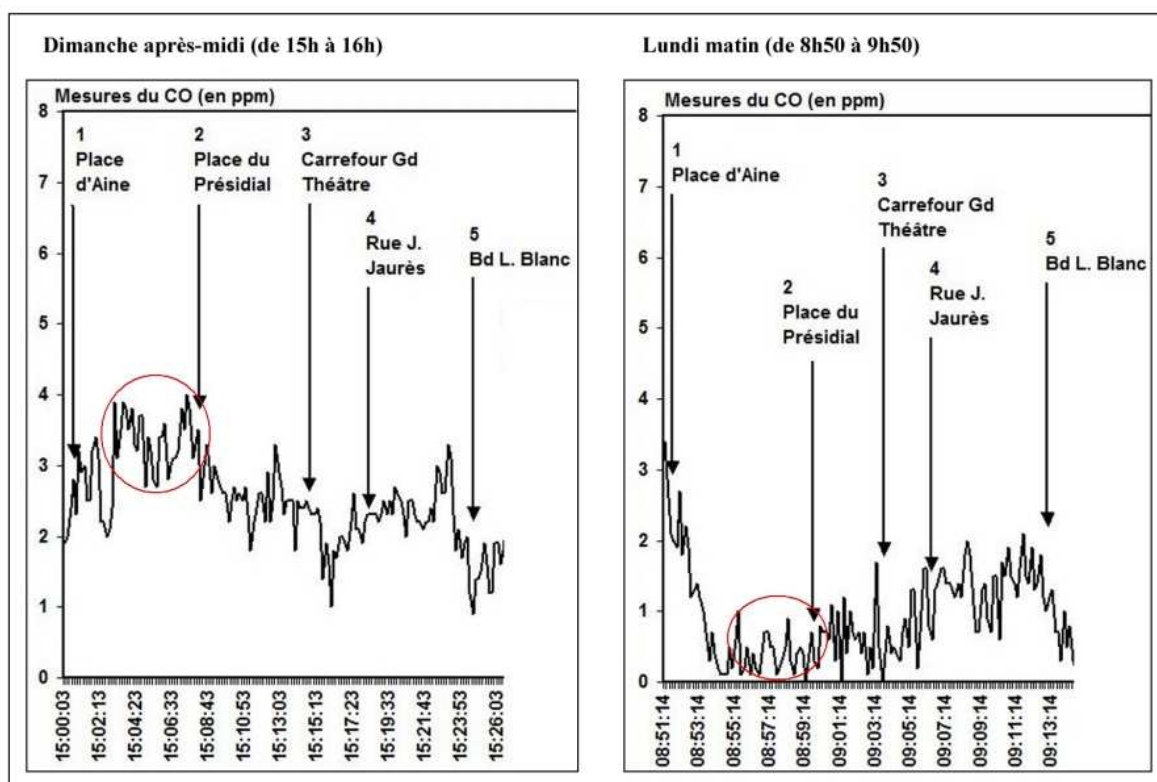


Figure 57 : Concentrations élevées en CO au sein de l'espace piétonnier le dimanche après-midi (en comparaison avec le circuit du lundi matin)

Toutefois, contrairement à ce qui est observé le dimanche, les concentrations des trois circuits du lundi diminuent au sein des rues piétonnes. Notamment, les valeurs chutent brutalement à l'entrée dans le dernier espace piétonnier (entre les points d'arrêt n°10 et 11) traversé le lundi entre 16h40 et 17h40. Deux paramètres peuvent alors être intégrés afin d'expliquer ces différences. Tout d'abord, la vitesse du vent mesurée à Limoges (sur la station Météo France de Bellegarde) est beaucoup plus élevée lors des deux circuits du lundi matin (entre 8h50 et 9h50 puis entre 12h35 et 13h35) : 3 et 4,2 m/s, contre seulement 1,1 m/s le dimanche. Cette hausse de la ventilation peut ainsi permettre une plus grande dispersion de la pollution. Ensuite, le trafic automobile est nettement plus important le lundi en fin d'après-midi (163 véhicules comptabilisés sur les 11 points d'arrêt contre 56 le dimanche), induisant un contraste plus marqué entre les espaces soumis à la circulation et les espaces exempts de trafic.

Conclusion du chapitre 3

Les concentrations en CO dans l'hypercentre d'une ville moyenne comme Limoges varient assez nettement dans le temps et l'espace, en fonction de plusieurs paramètres dont les influences sont couplées : les contrastes dans les vitesses et les directions du vent, les fluctuations du trafic automobile et les différences de configuration des voies de circulation, mais peut-être aussi indirectement les variations de température. Les plus fortes teneurs (jusqu'à 7,6 ppm en moyenne sur 20 sec, le long d'une avenue fréquentée) sont mesurées en présence des vitesses de vent les plus faibles (1,3 m/s en moyenne horaire le dimanche et le lundi en fin de journée), alors que la pollution la plus faible est enregistrée lorsque le vent est le plus fort (0,9 ppm en moyenne pour un vent moyen horaire de 4,2 m/s). Les valeurs maximales ont également été mesurées dans les conditions de trafic le plus intense et on constate que la hausse du trafic automobile sur un boulevard, les arrêts au feu rouge et le passage de quelques véhicules sur une rue étroite engendrent des hausses parfois sensibles de pollution. Ces pics sont ponctuels, les valeurs diminuant rapidement lorsque le trafic redevient fluide pour atteindre des moyennes oscillant entre 0,9 ppm le lundi en milieu de journée et 2,5 ppm le dimanche après-midi et le lundi de 16h40 à 17h40. Ces teneurs, qu'elles correspondent à des moyennes ou à des pics de pollution, sont ainsi inférieures aux valeurs guides moyennes indiquées par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) pour de courtes périodes (86 ppm sur 15 min et 26 ppm sur 1 h). Enfin, en s'intéressant aux valeurs mesurées sur la station urbaine de fond située en hypercentre (place du Présidial), on remarque que celles-ci sont largement inférieures à celles enregistrées à l'occasion de ces campagnes de mesures. La moyenne des teneurs en CO sur la période disponible (du 18 mars au 28 décembre 2006) est de 0,26 ppm, alors que la moyenne des quatre circuits s'élève à 1,73 ppm, avec quelques pointes, très ponctuelles, à plus de 7 ppm, en présence d'un fort trafic. Si ces mesures révèlent la forte variabilité spatiale et temporelle du CO, elles permettent donc également de constater que la pollution de fond mesurée régulièrement par les associations de surveillance, n'est pas représentative de la pollution à laquelle sont soumis les automobilistes, piétons ou cyclistes. Mais le respect des normes sanitaires ne doit pas pour autant constituer un frein aux réaménagements de l'espace central, dont certaines voies étroites (présentes à Limoges comme à La Rochelle et Clermont-Ferrand) présentent des caractères impropres au trafic automobile.

Conclusion de la deuxième partie

L'organisation de la surveillance de la qualité de l'air, impulsée par la LAURE en 1996, permet d'avoir accès à des mesures des niveaux de pollution sur les trois agglomérations, en provenance de stations de types trafic, urbain, péri urbain et rural. Cependant, si la terminologie est identique, les environnements des sites de mesure ne sont pas pour autant similaires. L'étude des teneurs en dioxyde d'azote, dioxyde de soufre, particules en suspension et ozone révèle en effet l'existence de quelques disparités. Celles-ci trouvent leurs origines dans des situations propres à chaque agglomération, mais aussi, à plus grande échelle, dans l'influence de sources d'émissions proches des lieux de mesure. D'une part, les caractéristiques de l'agglomération de Clermont-Ferrand, localisée au sein d'un site en demi-cuvette et abritée par la chaîne des monts Dômes, se révèlent néfastes à la dispersion de la pollution : c'est dans la capitale auvergnate que les teneurs les plus élevées en NO₂ et O₃ sont enregistrées. D'autre part, trois sites se distinguent par des concentrations atypiques. Le sommet du Puy de Dôme présente une réactivité différente des autres sites, en lien avec son éloignement des activités urbaines et son altitude. Quant aux stations péri urbaines de La Rochelle et Limoges, elles subissent l'impact d'installations classées, qui, dans des conditions de vents bien déterminées, induisent des taux élevés de PM₁₀ et SO₂ parfois notables. Au-delà de ces spécificités, les trois agglomérations se trouvent aussi confrontées à des épisodes communs de pollution photochimique, aux origines météorologiques d'échelle synoptique. Plus particulièrement, la période de canicule d'août 2003 se caractérise nettement par ses fortes concentrations en ozone. Enfin, le trafic automobile ressort comme un acteur majeur de la pollution. Les mobilités quotidiennes des habitants engendrent des hausses des teneurs, en NO₂ et PM₁₀ essentiellement, entre le lundi et le vendredi. Les espaces centraux se posent notamment comme les lieux les plus vulnérables à la pollution, au sein desquels les polluants sont soumis à une forte variabilité, à la fois temporelle et spatiale. La densité et le manque de fluidité du trafic, mais aussi l'étroitesse de certaines rues, représentent des caractères propices à la concentration des substances nocives, et un handicap pour les piétons et les cyclistes, qui y sont directement exposés. Dans le cadre d'une volonté de réduction du trafic automobile au profit des transports en commun, mais aussi de la marche et du vélo, il paraît nécessaire que certaines voies des centres-villes soient désormais fermées à la circulation des véhicules motorisés. Si les seuils réglementaires sont globalement respectés, quelques exceptions montrent que la situation n'est pas parfaite. Les dépassements des normes d'objectif de qualité, voire des valeurs limites pour la santé humaine, au sein des stations de type trafic, témoignent d'un impact non négligeable de la circulation automobile en centre-ville. Cette situation semble d'autant plus problématique qu'au regard de certaines études épidémiologiques, les seuils définis ne sont pas fiables. La volonté de limiter les franchissements de ces seuils ne peut donc constituer une fin en soi et les politiques urbaines doivent tendre vers une diminution des émissions sur le long terme, en agissant à la source. Cette dernière étant fortement représentée, dans l'ensemble des trois agglomérations, par le trafic automobile, il paraît nécessaire de s'orienter vers des réaménagements de voirie faisant une large place aux modes alternatifs. Mais ces actions, pour être efficaces, nécessitent une réelle prise en compte des mesures issues de la surveillance quotidienne de la qualité de l'air.

PARTIE III :

LES POLITIQUES URBAINES DE TRANSPORT EN

RÉPONSE À LA POLLUTION

ATMOSPHERIQUE

Le trafic automobile, très présent au sein des agglomérations, génère une pollution en partie maîtrisable, par le biais de nombreuses actions d'incitation et d'obligation, mais aussi d'un travail de fond visant à sensibiliser les populations aux enjeux de la pollution urbaine. La sensibilisation paraît d'autant plus nécessaire que les sujets relatifs à la qualité de l'air sont plutôt relégués au second plan face à la question du réchauffement climatique. En termes de contrôle des émissions, la mise en œuvre des politiques de transport peut avoir un impact sur les concentrations polluantes, la loi sur l'air de 1996 ayant, du reste, instauré les Plans de Déplacements Urbains (PDU) dans ce but. Le lien entre aménagement urbain, organisation des transports et pollution de l'air paraît évident ; il a même été renforcé par la loi SRU de 2000. Il semble donc nécessaire que les politiques de transport mises en œuvre tiennent compte des niveaux de pollution mesurés localement par les associations de surveillance afin d'optimiser les actions concernant la circulation, dans un objectif de réduction de la pollution atmosphérique en milieu urbain. Les tendances temporelles et spatiales de pollution sont en effet le reflet des comportements quotidiens des habitants en termes de déplacements, mais dépendent également de la morphologie urbaine et de la configuration des centres-villes. Ces paramètres, qui devraient être pris en compte dans la mise en œuvre des politiques locales, afin d'associer urbanisme et environnement, sont pourtant trop souvent délaissés, même s'il existe des contrastes dans l'approche des trois communautés d'agglomération.

Le premier chapitre mettra en avant les degrés d'engagement des trois agglomérations et la cohérence de leurs politiques avec les niveaux de pollution mesurés. Ces questions seront également mises en perspective dans un contexte plurilatéral, qui nécessite une prise en compte des divers acteurs ayant un rôle à jouer dans la lutte contre la pollution de l'air. Puis seront analysés le contenu et les limites des PDU de ces agglomérations. Les deux chapitres suivants s'intéresseront, quant à eux, aux mises en application concrètes des politiques, via l'étude et la comparaison des solutions de déplacements et d'aménagements visant à limiter l'usage de la voiture. Les transports en commun, qui constituent le principal mode alternatif, feront l'objet de la première étude. Enfin, les modes doux, les solutions d'intermodalité et les politiques relatives au stationnement seront étudiés dans le troisième et dernier chapitre. Tout ceci doit permettre d'estimer les écarts d'investissement existant et la cohérence des offres de transport avec l'organisation urbaine, ainsi que de suggérer des réponses en prise avec les réalités actuelles.

Chapitre 1. Une place variable pour la pollution de l'air dans les politiques environnementales des agglomérations

Les politiques françaises de planification urbaine présentent un certain nombre d'outils pouvant contribuer à une gestion intercommunale des problèmes de développement durable. Mais les aménagements urbains destinés à modifier les usages en termes de transports sont de niveaux divers. Il convient donc d'étudier les différences de volonté politique d'une agglomération à l'autre depuis plusieurs décennies, et notamment avant la loi sur l'air de 1996 qui fixe des règles relatives au développement de modes de transports alternatifs à la voiture : les transports en commun, la bicyclette et les déplacements piétonniers. Ces engagements ne peuvent être isolés des problèmes liés à la pollution de l'air, auxquels ils doivent apporter une réponse, même si ceux-ci sont de plus en plus oubliés au profit de nouveaux enjeux plus médiatisés : l'effet de serre et "la fin du pétrole". Il semble ainsi nécessaire que de véritables liens soient tissés entre aménageurs et associations de surveillance, afin d'adapter les actions à chaque contexte. Proposer de nouveaux modes de déplacement alternatifs à la voiture nécessite également la participation des acteurs principaux des mobilités : les citoyens. Dans cette perspective, les collectivités locales doivent regarder au-delà des aménagements concrets en visant l'information et la sensibilisation des habitants, tant au sujet des transports qu'aux enjeux mêmes de la pollution atmosphérique. Enfin, l'accent doit particulièrement être mis sur les Plans de Déplacements Urbains (PDU), élaborés par les communautés d'agglomération de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand depuis une dizaine d'années. Les objectifs qui y sont présentés sont globalement similaires, mais peut-être trop ambitieux compte tenu de la faible volonté affichée de contraindre la circulation automobile. A ces faiblesses d'action s'ajoutent en outre des insuffisances relatives aux échelles d'élaboration, qui paralysent les politiques de transport et limitent l'efficacité des opérations menées.

1.1. Des engagements politiques différents

Chacune des trois agglomérations de l'étude se tourne aujourd'hui vers la gestion des mobilités. Mais les faits montrent qu'elles sont plus ou moins enclines à répondre à la pollution de l'air par des actions touchant l'environnement et les offres de transport. On peut ainsi s'interroger sur les causes de ces contrastes : la mise en place de politiques urbaines actives correspond-t-elle à un réel problème de pollution ou à une impulsion locale ?

1.1.1. Une prise en compte plus ou moins précoce des enjeux environnementaux

Les histoires environnementales de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand ne sont pas similaires. Comme entrevu dans la première partie, les engagements ont été et sont encore inégaux. L'agglomération de La Rochelle est sans aucun doute celle dont les préoccupations environnementales sont les plus affirmées, fortes de plus de trente années d'actions dans le domaine des transports notamment. Plus particulièrement, en conséquence d'une volonté politique, la ville de La Rochelle a anticipé la loi sur l'air de 1996 en initiant, dès les années 1980, une réflexion quant à une nouvelle politique des déplacements. Dès cette époque, des opérations de restructuration et de développement des transports publics sont menées. Une

offre de modes de transport alternatifs à la voiture (location de vélos et de voitures électriques) existait avant que cela ne soit imposé par la loi sur l'air via les PDU. Les projets présentés dans les plans de déplacements reposent donc déjà sur un socle riche de multiples modes. Ces ambitions se concrétisent également par une participation à des programmes d'ampleur nationale et internationale. La communauté d'agglomération de La Rochelle est membre de l'association "Club des villes cyclables", rassemblant plus de 1 000 collectivités françaises et a, dans ce cadre, accueilli en octobre 2009 le 18^{ème} Congrès des villes et territoires cyclables. Par ailleurs, elle fait partie des quatre agglomérations françaises, avec celles de Toulouse, Nantes et Lille, à participer au programme européen Civitas (City Vitality Sustainability), dans lequel elle s'est engagée en décembre 2003. Celui-ci, mis en place par la Direction Générale des Transports et de l'Energie de la Commission Européenne, encourage les villes participantes à s'engager dans des politiques de développement des transports alternatifs à la voiture. L'agglomération rochelaise prend part, en partenariat avec les villes de Preston au Royaume-Uni et Ploiesti en Roumanie, au projet Civitas-Success (Smaller Urban Communities in Civitas for Environmentally Sustainable Solutions). Celles-ci mettent en œuvre des actions visant à développer des modes de transport plus respectueux de l'environnement et bénéficient de subventions aidant à améliorer les offres.

Ce positionnement de La Rochelle contraste avec le retard de Limoges, et dans une moindre mesure de Clermont-Ferrand. Dans cette dernière ville, la diminution du trafic urbain est un des objectifs principaux depuis une dizaine d'années environ. La présence d'élus écologistes au conseil municipal a contribué à cette prise de conscience. La municipalité de Clermont-Ferrand gérait déjà quelques stations de mesure avant la mise en place de la loi sur l'air en 1996. Préalablement à l'élaboration du PDU, un schéma général des déplacements avait été introduit dès 1995 à l'échelle de l'agglomération. Après avoir fortement développé la place attribuée aux voitures, les politiques ont changé pour tenter de stopper les voitures aux portes de la ville et de réduire l'espace qui leur est attribué en centre-ville, ainsi que de mener une politique plus globale. En effet, le changement souhaité des comportements des habitants ne peut se suffire de mesures portant seulement sur l'usage du véhicule particulier : la municipalité a donc souhaité développer les transports en commun, les déplacements piétonniers et le vélo, ainsi que remodeler l'offre de stationnement et la voirie. A l'inverse, à Limoges, la politique urbaine s'orientant vers une diminution de trafic automobile ne date que de la mise en œuvre du PDU, rendue obligatoire par la loi sur l'air, et n'a pas anticipé celle-ci. Dans le domaine de l'urbanisme, à l'échelle de l'agglomération, le PDU est d'ailleurs la seule initiative existante en matière de protection de l'air.

Ces engagements disparates entre agglomérations sur le thème même de l'aménagement urbain au service de l'environnement devraient, *a priori*, faire écho à des problèmes avérés de pollution de l'air. Mais les liens de cause à effet ne sont probablement pas aussi évidents.

1.1.2. Une pollution de l'air inégale dans l'espace

Outre la généralisation des PDU, la loi sur l'air a également conduit à l'extension du contrôle des niveaux de pollution atmosphérique, par l'intermédiaire des Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA). Comme vu en deuxième partie, l'existence de stations de mesure de types différents permet de cerner les contrastes existant entre les "airs" des espaces centraux, péri urbains et ruraux (voir présentation des stations : p 105 à 111). Cependant, la comparaison des stations de même nature entre les trois agglomérations est contrainte par des limites propres aux sites de mesure. Ceux-ci étant intégrés dans des environnements différents, des écarts de pollution existent d'un lieu à l'autre

et peuvent s'inscrire à deux échelles spatiales : entre les trois agglomérations et au sein même d'une agglomération. La réalisation des Analyses en Composantes Principales (ACP), présentée en deuxième partie, à partir des données quotidiennes des quatre polluants pris en compte (NO₂, SO₂, PM10 et O₃), a montré la spécificité de certains sites. Les concentrations polluantes mesurées par les associations de surveillance varient d'une agglomération à l'autre, compte tenu des contextes locaux, topographiques et climatiques, qui influencent la dispersion des polluants, mais aussi de la nature et du volume des émissions locales. Les valeurs sont également contrastées au sein de chaque agglomération, en fonction de l'environnement des stations de mesures. Le type de la station (trafic, urbain, péri urbain ou rural) intervient dans ces écarts constatés, les sites ne se trouvant pas dans la même situation face aux sources d'émissions. De plus, la morphologie urbaine a un impact reconnu sur le potentiel de dispersion des polluants. Mais une étude de ce paramètre serait ici difficile, du fait de la complexité des phénomènes aérologiques et thermiques.

Cette forte variabilité spatiale, comme temporelle, des teneurs en substances polluantes, conduit à penser que les aménagements urbains gagneraient à être menés à la lumière de ces fluctuations, même si la représentativité des stations de mesure est limitée par leur faible nombre. L'étude des concentrations journalières moyennes issues des dix stations de mesure révèle l'influence de deux principales sources d'émissions (le trafic automobile et l'activité industrielle), dans des contextes bien déterminés (figure 58). Mais elle met également en évidence une hiérarchie de la pollution qui ne s'accorde pas avec celle des engagements politiques.

1.1.2.1. Une pollution en dioxyde d'azote plus marquée en centre-ville et à Clermont-Ferrand

Les stations de type trafic²⁰, directement soumises à la proximité de la circulation automobile urbaine, apparaissent comme les sites les plus exposés à la pollution. Les concentrations moyennes les plus élevées en NO₂ et PM10 sont mesurées sur ces sites, alors que les concentrations minimales apparaissent en espace péri urbain, et surtout rural. Plus particulièrement, la pollution moyenne en NO₂ est nettement supérieure à Clermont-Ferrand (55 µg/m³ en moyenne annuelle pour la période) qu'à La Rochelle (39 µg/m³), en lien avec les conditions locales de trafic (la station de Clermont-Ferrand étant localisée en bordure de quatre voies de circulation, alors que la station de La Rochelle est située sur une rue à sens unique). De plus, les mesures des teneurs en NO₂ révèlent le comportement particulier de la station de fond²¹, de type rural, située au sommet du Puy de Dôme. Cette situation témoigne de l'impact réduit du trafic routier dans cet espace excentré de l'agglomération et situé à 1 465 m d'altitude. Les concentrations en NO₂ mesurées au Puy de Dôme sont notamment très inférieures à celles mesurées sur les stations de type trafic. Enfin, il peut être noté que la station Madoumier de Limoges, pourtant de nature urbaine, présente des résultats de pollution en NO₂ et PM10 plus proches de ceux des stations péri urbaines. Cette station, localisée dans le péri centre de Limoges, est peu soumise à la pollution automobile et industrielle.

²⁰ Les stations de type trafic sont situées à moins de 5 m des voies de circulation et mesurent une pollution directement influencée par les émissions routières, à laquelle sont soumis les riverains, les automobilistes et les piétons.

²¹ Les stations de fond sont localisées dans des espaces relativement éloignés des sources d'émissions et présentent donc la qualité de l'air moyen respiré en zone urbaine (dans les centres urbains), péri urbaine (à la périphérie des espaces centraux) ou rurale (dans des secteurs à faible densité de population). Dans ce cas, l'air ambiant est prélevé à environ 3 m au-dessus du substrat.

L'étude des moyennes journalières permet d'approfondir ces observations. Les concentrations maximales quotidiennes en NO₂ sont à l'image de ce qui a été observé pour les moyennes annuelles : elles apparaissent sur la station trafic de Clermont-Ferrand. Cependant, la station urbaine de cette même ville présente quelques valeurs journalières supérieures à celles de la station trafic de La Rochelle. Les moyennes annuelles masquent donc des concentrations extrêmes sur la station urbaine de Clermont-Ferrand. Au regard des moyennes quotidiennes, les stations de Clermont-Ferrand présentent les pics de pollution les plus importants. La station péri urbaine de Clermont-Ferrand, si elle présente une pollution moyenne annuelle supérieure à celle des autres stations péri urbaines, enregistre également des valeurs maximales plus élevées que celles des stations urbaines de La Rochelle et de Limoges. Cette station, située à Royat, n'est pourtant pas soumise à un environnement aussi marqué par la présence automobile que les sites urbains de Limoges et de La Rochelle. La plus grande amplitude des pics de pollution constatée à Clermont-Ferrand doit alors être liée au contexte climatique, celui-ci ayant été présenté comme le plus propice à la concentration des polluants.

1.1.2.2. Une pollution photochimique plus présente à Clermont-Ferrand

A l'image de ce qui a pu être relevé pour la pollution par le dioxyde d'azote, les moyennes annuelles comme journalières des concentrations en ozone montrent une pollution plus importante à Clermont-Ferrand. Les valeurs journalières les plus élevées apparaissent sur la station rurale du Puy de Dôme, avec un maximum de 183 µg/m³. Cette teneur est bien plus élevée que celles des stations péri urbaines et surtout urbaines des trois agglomérations. Ces dernières enregistrent en effet les valeurs les plus faibles. De plus, Clermont-Ferrand présente les concentrations en ozone les plus élevées sur les deux types de station, alors que celles de Limoges et La Rochelle sont inférieures. La station urbaine de Clermont-Ferrand présente même des concentrations maximales voisines, voire supérieures, à celles des stations péri urbaines de La Rochelle et de Limoges. Cette observation est à mettre en relation avec les particularités climatiques de Clermont-Ferrand : Météo France enregistre des températures estivales supérieures à Clermont-Ferrand, cette situation étant plus favorable au développement de l'ozone.

1.1.2.3. Des influences industrielles en espace péri urbain à La Rochelle et Limoges

Par ailleurs, des caractères exceptionnels sont pointés sur les stations péri urbaines de La Rochelle et Limoges pour les concentrations en PM₁₀ et SO₂. Si les moyennes annuelles en PM₁₀ présentent l'environnement des stations de types trafic et urbain comme le plus pollué, l'étude des concentrations journalières montre une particularité. Les valeurs les plus élevées apparaissent sur la station péri urbaine de La Rochelle avec 170 et 124 µg/m³, celles-ci étant largement supérieures aux teneurs de la station péri urbaine de Limoges et des stations urbaines des trois agglomérations. Ces teneurs doivent probablement leur origine aux activités industrielles. Ce site de mesures se situe en effet à proximité immédiate d'une zone industrielle comprenant deux ICPE soumises à autorisation : l'usine d'incinération des ordures ménagères et l'usine Rhodia. Quant à la station péri urbaine de Limoges, elle présente des hausses ponctuelles des concentrations en SO₂. Les valeurs journalières maximales n'apparaissent pas sur la station trafic de Clermont-Ferrand, sous l'influence de la circulation automobile, mais sur cette station péri urbaine (Garros), située en bordure d'un quartier

résidentiel, qui enregistre notamment une valeur record de $102 \mu\text{g}/\text{m}^3$, largement supérieure à celles des autres sites ($53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la station trafic de Clermont-Ferrand par exemple). La station trafic de Clermont-Ferrand présente donc des pics de pollution moindres, même si sa moyenne annuelle est supérieure à celle de la station Garros. Ces hausses de pollution semblent être liées aux activités industrielles, du fait de la localisation du site, à proximité de deux ICPE soumises à autorisation : l'usine d'incinération des déchets et l'usine Valdi du Palais-sur-Vienne.

Les problèmes soulevés sur la station péri urbaine de Limoges peuvent être confirmés par le calcul des coefficients de variation (CV) sur la période d'étude. Les variations de pollution en SO_2 les plus importantes apparaissent sur cette station (CV de 165%). Les émissions y sont donc probablement irrégulières, alors que les stations de natures urbaine et trafic, soumises à la proximité du trafic automobile urbain, présentent de plus faibles variations. De même, la station péri urbaine de La Rochelle présente la pollution en PM_{10} la plus fluctuante. A l'inverse, les stations enregistrant les valeurs de NO_2 les plus élevées (stations urbaines et trafic) connaissent les concentrations les plus régulières.

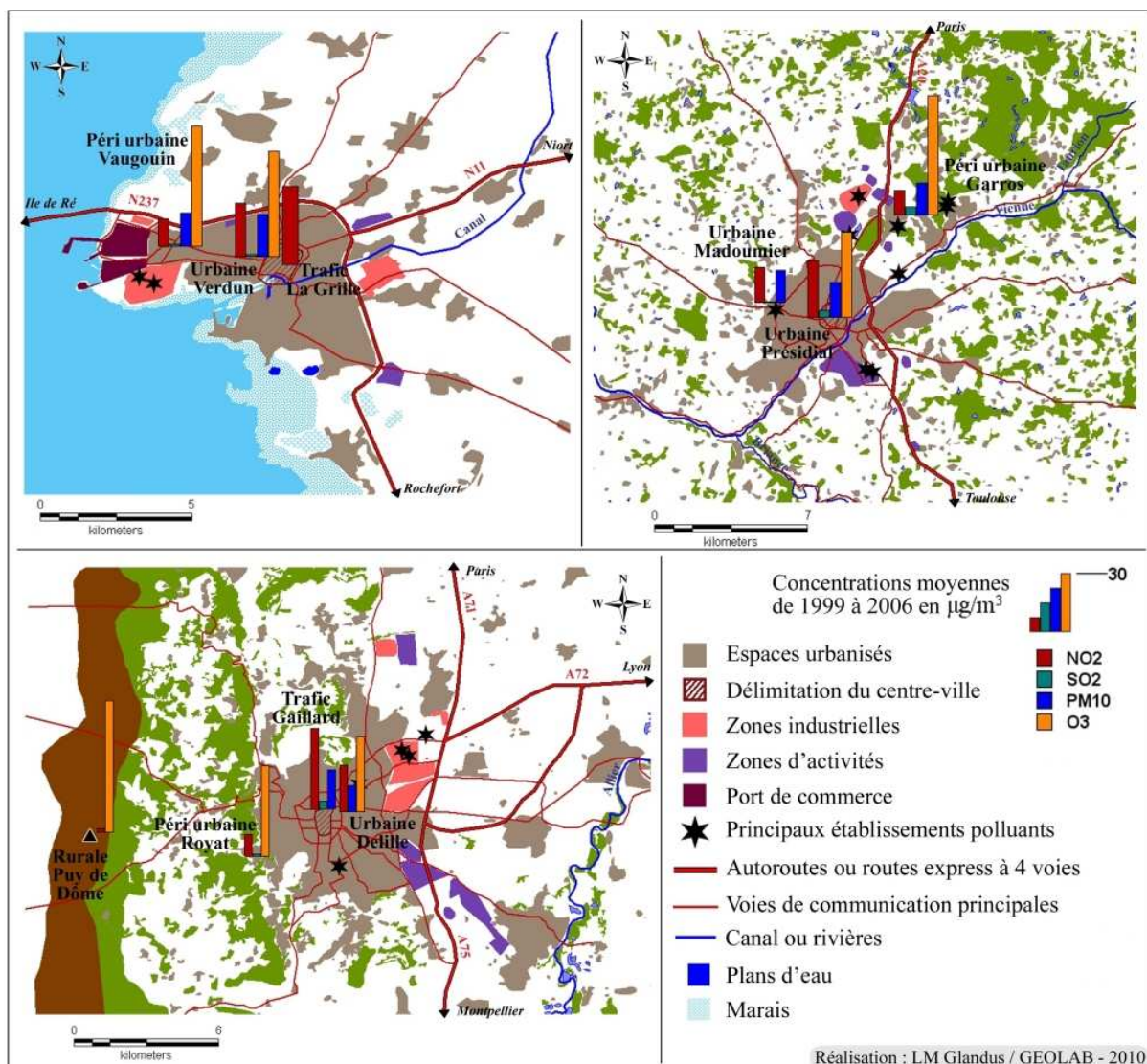


Figure 58 : Spatialisation de la pollution au sein des agglomérations de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand

L'influence climatique et topographique induit ainsi des niveaux de pollution plus élevés au sein de l'agglomération clermontoise, défavorisée par des caractères naturels en comparaison des deux autres agglomérations. A ce paramètre néfaste à la qualité de l'air s'ajoutent également une population supérieure et une urbanisation plus étendue. Dans ce cadre, la communauté d'agglomération de Clermont-Ferrand devrait être la plus active en termes de lutte contre les émissions liées aux mobilités. Cependant, même si elle s'investit davantage que sa collègue limousine quant aux questions environnementales, elle reste en retrait par rapport à la ville et au groupement intercommunal de La Rochelle, qui ne constituent pourtant pas l'espace le plus pollué. On peut penser que la mise en œuvre ancienne de politiques urbaines a pu y avoir des impacts bénéfiques sur la pollution. Mais le contexte local doit indéniablement jouer un rôle, conférant à cet espace des conditions de dispersion favorables. Face à ces constats, il devient évident que les degrés d'engagements politiques des agglomérations n'apparaissent pas corrélés aux niveaux mesurés de pollution de l'air. Il semble alors que la mise en place de politiques environnementales et urbaines corresponde plutôt à des impulsions locales, d'origine politique.

A l'échelle de chaque agglomération, dans le but de renforcer la cohérence entre les politiques environnementales et urbaines, chaque collectivité en charge des PDU devrait s'appuyer sur les disparités spatiales de pollution. Il apparaît que la pollution en SO₂ et PM10 est soumise à diverses influences, automobiles et industrielles ; alors que les concentrations en NO₂ sont essentiellement liées au trafic routier. La circulation automobile en centre-ville présente donc une plus grande régularité d'émissions que certaines installations industrielles à l'origine de hausses ponctuelles, parfois élevées, des concentrations en SO₂ et PM10 à Limoges et La Rochelle. La réduction de ces émissions paraît indispensable, par le biais d'améliorations des techniques de production. Mais ces changements, qui relèvent de la volonté des industriels, ne dépendent pas de la responsabilité des aménageurs et ne sont pas pris en considération ici. Cependant, l'impact des établissements polluants peut être amoindri par une planification urbaine plus stricte, imposant l'implantation des sites industriels loin des quartiers d'habitation. Il n'en reste pas moins que l'influence de ces sources fixes ne peut être abolie, du fait de la participation des vents dans le déplacement des polluants. Enfin, de façon générale, les teneurs en NO₂ et en PM10 sont indéniablement influencées par le trafic automobile. En particulier, les espaces situées en milieu urbain dense et surtout en centre-ville, à proximité des voies de circulation, sont les plus vulnérables à la pollution, du fait d'une circulation automobile très présente. C'est dans ce domaine que les collectivités locales doivent axer l'organisation urbaine de la voirie et des transports en considérant les mesures de pollution. Ces dernières peuvent constituer une trame guidant les aménagements locaux. Cependant, cette acceptation de la pollution atmosphérique comme critère d'organisation urbaine passe par l'établissement d'une concertation avec les associations locales de surveillance, dont les observations qui précèdent tendent à laisser penser qu'elle est insuffisante et inégale, sinon inexistante.

1.2. Des acteurs nombreux pour la gestion de la pollution de l'air

Même si les conséquences de la contamination atmosphérique au sein des trois agglomérations peuvent paraître, *a priori*, peu notables, la sensibilisation aux enjeux de la pollution semble indispensable pour rallier de plus en plus de personnes à l'intérêt d'une plus grande utilisation de modes de transport autres que l'automobile. Les communes et communautés d'agglomération, par le biais de campagnes d'information, mesures incitatives et compensatoires, se révèlent comme les principaux acteurs de ces changements. Cependant, elles ne sont pas seules à agir. La population, au travers de ses pratiques, remplit également

une fonction non négligeable dans la gestion de la pollution. Au-delà de la collaboration entre collectivités locales et AASQA, les démarches d'élaboration des politiques, en particulier dans le cadre du PDU, doivent être menées en partenariat avec les autres acteurs de la vie urbaine, ce dans un contexte plus orienté vers la problématique du réchauffement climatique.

1.2.1. Une faible collaboration entre associations de surveillance et aménageurs

Dans le fonctionnement même des associations locales de surveillance, des liens existent entre ces institutions et les collectivités territoriales, en particulier les communautés d'agglomération et plus encore la commune centre, sur le territoire de laquelle les stations de mesure sont implantées. Les communautés d'agglomération participent en effet à la gestion, via le conseil d'administration, et au financement, en tant que collègue payeur, des AASQA. *A fortiori*, les rapports entre les services chargés de l'aménagement urbain (gestion de la voirie, du stationnement et des modes de transport) et les associations assurant le contrôle des niveaux de pollution à l'échelle de l'agglomération paraissent évidents dans le contexte de la loi sur l'air et de la loi SRU. La première loi, de nature environnementale, a conjointement imposé la surveillance de la pollution et la mise en œuvre des PDU, destinés à organiser les déplacements et à promouvoir les modes les moins polluants et les moins consommateurs d'énergie. La seconde, de nature urbaine, introduit une plus grande cohésion entre politiques d'urbanisme, de logement et de déplacements dans une perspective de respect de l'environnement. Il paraît donc évident de mettre en relation les mesures de pollution de l'air et les aménagements urbains destinés à réduire les émissions liées au trafic routier. Néanmoins, l'engagement des collectivités sur ce point-là apparaît globalement faible et de nouveau très disparate d'une agglomération à l'autre. Les AASQA souhaitent pourtant participer à la mise en place des politiques d'aménagement urbain et attendent des communautés d'agglomération des demandes en termes d'études ponctuelles ciblées de pollution de l'air.

On constate donc que les degrés de concertation entre les collectivités locales et les AASQA sont inégaux. Conformément à leurs faibles investissements évoqués précédemment, la communauté d'agglomération et la ville de Limoges n'entretiennent pas de relations étroites avec l'association Limair. Pourtant, ce partenariat permettrait d'adapter les aménagements urbains aux problèmes de pollution de l'air ou de cibler les efforts en fonction des niveaux de pollution. Ces collectivités contribuent, certes, au financement des études réalisées par Limair, mais l'initiative de ces études est toujours prise par l'association elle-même, aucune étude spécifique n'ayant été demandée. La municipalité et l'agglomération ne prennent aucune décision en réponse à de mauvais résultats de qualité de l'air. Une telle situation se retrouve plus ou moins à Clermont-Ferrand, mais les relations y sont tout de même plus étroites qu'à Limoges. La municipalité de Clermont-Ferrand, tout comme Clermont Communauté, ne formule pas de demande d'études spécifiques sur les effets des déplacements urbains sur la qualité de l'air local. Il n'existe donc pas de document permettant d'analyser les impacts que peuvent avoir les politiques urbaines sur les niveaux de pollution, à l'exception d'une seule étude. Le SMTC a demandé à l'association de réaliser une campagne de mesures permettant de caractériser l'état initial de la qualité de l'air dans les zones concernées par le futur passage de la ligne de tramway. Cette étude a été menée du 18 mars au 29 avril 2003, soit un peu plus de trois ans avant la mise en service du tramway. Des teneurs relativement élevées en dioxyde d'azote (supérieures à $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur la période) ont été mesurées, notamment dans la partie centrale du tracé de la ligne : avenue de la République, place Delille, place Gaillard et avenue F. Mitterrand (Atmo Auvergne, 2003). Mais pour l'instant, l'étude n'a pas réellement été prise en compte et aucune demande n'y a fait suite afin de mener une comparaison des concentrations sur les mêmes sites avec le

passage du tramway et les modifications de circulation que cela a pu générer. Enfin, à La Rochelle, en dépit des engagements variés et anciens de la ville et de la communauté d'agglomération, les liens avec l'association Atmo Poitou-Charentes sont peu intenses. L'AASQA y est cependant davantage intégrée aux projets d'aménagements urbains que celles des deux autres agglomérations étudiées. Quelques uns de ces projets ont évolué en lien avec des résultats de mesures effectuées par l'association : une inversion du sens de circulation est intervenue place de Verdun et la rue Dupaty, en hypercentre, a été rendue prioritaire aux véhicules de transports en commun. La ville de La Rochelle a ensuite souhaité qu'une étude soit menée pour connaître l'influence des modifications de circulation sur la qualité de l'air. Enfin, l'association a participé au programme européen Civitas, en réalisant un suivi environnemental entre 2006 et 2008.

De façon générale, les relations apparaissent insuffisantes. Le dialogue et les échanges devraient au moins être instaurés à l'occasion de la réalisation des PDU, documents d'aménagement et de gestion des déplacements imposés par la loi sur l'air. Mais seules les AASQA présentes à La Rochelle et Clermont-Ferrand ont été sollicitées durant la phase d'élaboration des PDU, cette occasion leur ayant permis de formuler des remarques et des demandes, alors que l'association Limair n'a pas été consultée. Cette dernière considère pourtant qu'il serait intéressant et utile de mener des simulations de qualité de l'air en amont, puis en aval, de la réalisation de plans de circulation (tels que la mise en sens unique de certaines voies, ...), ainsi que d'autres études ponctuelles et ciblées. Mais ce partenariat limité reflète-t-il la situation nationale ? La Fédération ATMO (créée en 2000 sous l'impulsion des présidents des associations et qui regroupe les AASQA), souligne le rôle que peuvent jouer les AASQA dans la mise en œuvre de politiques publiques ayant trait à la qualité de l'air, les posant en partenaires privilégiés des collectivités locales. Mais elle ne met pas en avant les partenariats réellement tissés entre elles. Le site Internet de la Fédération (<http://www.atmo-france.org/fr/>) fait état d'études menées par les associations régionales du réseau. Quelques unes ont été effectuées à la demande des agglomérations concernées : à Strasbourg notamment (où plusieurs études ont été réalisées à la suite de souhaits formulés par la ville ou la communauté urbaine), puis à Alès, Orléans, Rouen et Tours. Ces cas sont donc limités et montrent que la coopération reste insuffisante à l'échelle nationale et qu'elle n'est pas suffisamment valorisée, lorsqu'elle existe

La croissance de la pollution urbaine due aux transports a été difficile à accepter par les acteurs et les citoyens car elle présente des caractères différents de ceux auxquels les habitants étaient habitués. En effet, la pollution industrielle ayant été clairement ciblée comme l'origine principale de la contamination atmosphérique jusqu'aux années 1960, l'idée que les auteurs de la pollution soient devenus si nombreux a été difficile et longue à accepter. Jusqu'à la publication de la loi sur l'air, en 1996, pollution atmosphérique rimait encore avec industrie. De ce fait, « les urbanistes et les responsables des transports urbains ont été les premiers surpris quand ils se sont rendus compte que les principaux leviers de la pollution de l'air étaient entre leurs mains » (Roussel *et al.*, 2007), d'où probablement une mise en œuvre laborieuse d'une bonne coopération entre associations de surveillance et aménageurs à l'échelle des agglomérations. Il semble malgré tout essentiel que les AASQA n'évoluent pas de façon solitaire, mais construisent leur mission de surveillance et d'information en collaboration avec les principaux acteurs que sont les communautés d'agglomération. La Fédération ATMO, mais également le Ministère de l'Écologie et du Développement Durable, ont un rôle à jouer dans la construction de ce partenariat, en encourageant, voire en contraignant, les aménageurs à travailler de concert avec les associations de surveillance. Cela permettrait de dépasser le simple cadre de la mesure et de l'analyse ultérieure pour proposer des initiatives concrètes de prévention allant dans le sens de la réduction des émissions : des

campagnes de mesure ponctuelles et ciblées sur des artères fréquentées de l'agglomération par exemple, avant et après des modifications de la circulation (couloirs de bus, sens uniques, piétonisation, ...) décidées par la municipalité afin de voir si ces évolutions ont un impact réel sur la qualité de l'air. Quelle que soit leur réponse, positive ou négative, ces études ont leur intérêt et sont nécessaires. Les groupements communaux en charge des politiques de transport et des plans de circulation doivent, quant à eux, prendre en compte les travaux des associations agréées de surveillance de la qualité de l'air, afin de tendre vers des actions efficaces. Dans un souci de prévention, il est préférable de ne pas attendre le déclenchement d'une procédure de recommandations et d'information, voire d'alerte²², pour agir sur les usages en termes de transports urbains. Les préconisations ou restrictions (ne pas utiliser sa voiture, éviter de sortir de chez soi, ...) découlant de ces procédures, déclenchées dans le cas de concentrations supérieures aux seuils établis, correspondent à une prévention d'ordre conjoncturel, permettant une limitation ponctuelle et relative des émissions, mais non une réparation. Au contraire, une prévention d'ordre structurelle peut conduire à la réduction de la pollution sur le long terme, en modifiant les conditions de circulation routière. Seule cette prévention-là constitue une méthode de limitation durable de la pollution.

Néanmoins, « la pollution ne fait pas partie du secteur d'action rigoureux mais efficace de la police administrative spéciale à base de réglementation autoritaire et d'action coercitive afin d'assurer la salubrité publique, mais plutôt du secteur souple et moins contraignant de l'administration incitative au moyen de techniques préventives et concertées » (Kiss, Shelton, 2000). Dans un autre domaine, la gestion des aménagements des cours d'eau apparaît mieux intégrée. L'élaboration des outils de planification que sont les Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) et Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) doit s'opérer par une concertation entre les différents acteurs locaux, publics et privés. De plus, les objectifs de gestion équilibrée de la ressource en eau sont fixés pour une durée de 10 à 15 ans. Cette planification permet ainsi de mettre en œuvre une prévention efficace, des phénomènes de crue notamment, d'autant plus que l'échelle spatiale d'application ne correspond pas à un territoire restreint – le cours d'eau – mais au bassin versant (Scarwell, 2007). Les zones inondables, les plus concernées par les risques, ne sont donc pas les seules prises en compte : cette vision élargie rend possible une gestion plus cohérente car s'appuyant sur l'interdépendance des territoires. Au-delà de la question de la prévention des risques (en cherchant à lutter contre les crues dans le cas de l'eau, ou en cherchant à diminuer les émissions nocives atmosphériques dans le cas de l'air), se pose le problème de la pertinence des échelles des politiques. Comme déjà souligné en première partie, la mise en œuvre des PDU, seuls outils disponibles pour la réorganisation du trafic urbain, ignore les relations physiques existantes. Si, dans le cadre des cours d'eau, celles-ci apparaissent concrètement au regard du bassin versant, elles peuvent paraître plus abstraites dans le contexte des déplacements routiers. Pourtant, les flux de mobilité sont identifiés et mettent en relation des communes – au sein des aires urbaines – qui devraient être intégrées aux politiques de planification, afin de ne pas isoler les actions aux seules communautés d'agglomération.

²² Dans le cas de dépassement des seuils de concentration définis, l'AASQA concernée doit déclencher la procédure "d'information et de recommandation" ou la procédure "d'alerte". La première prévoit l'information de la population au travers des médias. Pour la seconde, le préfet intervient lui-même afin de prendre les arrêtés nécessaires pour limiter l'ampleur de la pollution. Il peut alors imposer, par exemple, le covoiturage ou la circulation alternée.

1.2.2. Une collaboration utile mais progressive des administrations et entreprises

Le sujet des déplacements domicile-travail est capital car ceux-ci représentent une large part des déplacements totaux au sein de chaque agglomération. Il est donc important de contrebalancer la tendance actuelle en proposant des offres alternatives à la voiture compétitives, mais également en encourageant fortement les salariés à y avoir recours. Les entreprises ont la possibilité de mettre en place des Plans de Déplacements d'Entreprise (PDE) et doivent être incitées à cela. La loi SRU avait en effet redonné une impulsion à un outil déjà existant, appelé Plan de Mobilité des Salariés ou Plan de Déplacements d'Entreprise. Celui-ci est destiné à inciter les salariés à réduire leur utilisation de la voiture au profit des autres modes de transport pour les déplacements domicile-travail, à développer le covoiturage et la communication auprès des employeurs. Les PDU préconisent d'ailleurs les mises en place de PDE et PDA, dans une perspective d'incitation et de sensibilisation. Dans ce cadre, les collectivités publiques ont un rôle à jouer en termes d'accompagnement des entreprises, et peuvent en amont commencer par donner elles-mêmes l'exemple en élaborant des Plans de Déplacements d'Administration (PDA).

D'un point de vue historique, on peut constater que l'organisation des déplacements des employés était déjà prise en compte il y a plusieurs décennies. A Limoges, l'usine SAVIEM (Société Anonyme des Véhicules Industriels et d'Equipements Mécaniques), située sur la route du Palais, organisait un système de ramassage par car qui s'étendait jusqu'à environ 40 km de Limoges. De même, dans les années 1960, 2 000 à 2 500 personnes travaillaient sur les zones industrielles de Magré et Romanet : des services de cars avaient alors été mis en place (Larivière, 1968). De tels exemples ne trouvent plus d'écho aujourd'hui, mais ils apparaissaient toutefois indispensables dans le contexte de l'époque, la possession de la voiture particulière n'étant pas aussi répandue que maintenant. Pourtant, de telles offres pourraient revoir le jour afin de dissuader les employés des entreprises de l'usage de leur voiture pour leurs déplacements domicile-travail.

La communauté d'agglomération de La Rochelle s'est le plus investie dans ce domaine en instaurant une démarche d'élaboration de PDE qui se déroule en quatre étapes : un diagnostic destiné à connaître les usages des employés en termes de déplacements et l'accessibilité du lieu de travail (bus, réseau cyclable, places de stationnement, ...); une concertation entre usagers et la communauté d'agglomération ; une mise en œuvre du plan, coordonnée par un référent PDE au sein de l'entreprise et passant par une information des salariés ; un suivi et une évaluation proposant éventuellement des réajustements. La première étape a débuté, par le biais de la distribution de questionnaires, auprès des salariés de 28 entreprises.

En 2009, des PDE sont déjà institués au sein d'une dizaine d'entreprises ou administrations de l'agglomération rochelaise, dont La Poste, Alstom, l'Aquarium de La Rochelle, l'URSAAF, la CAF, le conseil général de Charente-Maritime, l'hôpital Saint-Louis et le Port autonome. Des incitations financières sont dans ce cadre destinées aux employés afin de les convaincre de moins utiliser leur voiture pour les déplacements domicile-travail. Les actions mises en place consistent le plus souvent en une prise en charge (par les employeurs) d'une partie des abonnements aux transports en commun, l'installation d'arceaux vélos sécurisés et abrités, la réservation d'emplacements de stationnement aux automobilistes ayant recours au covoiturage et la simplification de la mise en relation de ces personnes.

Au sein de l'agglomération clermontoise, six PDE seulement ont été instaurés, à La Poste, Michelin, France Télécom, La Montagne, ainsi qu'au sein des hôpitaux Sainte-Marie et Hôtel Dieu. Le nombre de PDE est encore inférieur à Limoges, où deux entreprises ont pour

l'instant souscrit à cette démarche, avec plus ou moins de succès : France Télécom, dont le PDE n'a pas été très efficace, et La Poste, où, en revanche, le système fonctionne assez bien. Développé sur deux sites (Mas Loubier et le centre de tri situé en zone industrielle nord), ce PDE se compose de plusieurs actions destinées à réduire les déplacements en voiture des employés. Une convention a été signée avec la communauté d'agglomération dans le but de faciliter l'usage des transports en commun : l'abonnement est remboursé à 50%. De plus, La Poste encourage fortement le covoiturage au moyen de la mise en place d'un site de gestion du covoiturage permettant une coordination entre les employés. Ce service garantit notamment le retour au site et des places de stationnement pour les véhicules utilisés en covoiturage. Enfin, des "kits cyclistes" ont été remis aux employés et l'acquisition de vélos à tarif préférentiel leur est proposée, ainsi que des forfaits réparation. Des évaluations sont en cours de réalisation afin de mesurer le succès rencontré par ce PDE.

Cependant, les PDA de la ville de La Rochelle et de la communauté d'agglomération sont encore en cours d'élaboration. Malgré tout, quelques mesures ont été mises en œuvre à destination des salariés : la prise en charge financière de l'abonnement au parc relais Jean Moulin et d'une partie des abonnements au réseau de bus. De même, les PDA de la municipalité et de la communauté d'agglomération de Limoges ne se trouvent qu'à l'état de mise en œuvre : des questionnaires ont été envoyés à chaque employé afin de connaître leurs pratiques de déplacements et les analyses des réponses sont en cours, dans l'objectif de mise en place du PDA. Les actions envisageables ne sont toutefois pas encore prévues. De même, un PDA est en cours de mise en œuvre au conseil régional du Limousin. A l'inverse, le PDA de la municipalité de Clermont-Ferrand est opérationnel depuis 2006, avec pour objectifs de lutter contre la saturation des parkings du centre-ville, de promouvoir les pratiques multimodales et surtout d'encourager l'usage des transports en commun pour les déplacements domiciles-travail. La principale mesure consiste à favoriser le recours aux transports urbains grâce à des tarifs préférentiels sur les abonnements au réseau T2C. En partenariat avec le SMTC, la ville de Clermont-Ferrand prend en charge 50% du prix de l'abonnement au réseau (mensuel ou annuel) pour ses agents. Ces tarifs attractifs ont conduit à l'augmentation de la part d'employés municipaux utilisant les transports en commun d'environ 30%. De plus, cet accès avantageux aux abonnements permet un stationnement gratuit sur les parcs relais Henri Dunant, 1^{er} Mai et Les Pistes, ceci dans le but d'encourager l'intermodalité. A cette mesure phare s'ajoutent celles de promotion de la pratique du vélo, via un accès préférentiel à l'offre de location Moovicité et la mise en place de locaux de stationnement de cycles. Le plan porte également sur l'optimisation des déplacements professionnels ; à ce titre, les véhicules professionnels ne sont plus attribués à un seul employé mais leur usage est multiple et ainsi plus rentabilisé. Enfin, la mise en œuvre de ce PDA s'est accompagnée d'une communication renforcée auprès des agents municipaux, notamment au travers du site Intranet de la ville. De plus, les DDE, DRE et DIREN ont également mis en place un PDA.

A ces PDE et PDA s'ajoute également, à La Rochelle et Clermont-Ferrand, l'instauration de Plans de Déplacements des Etablissements Scolaires (PDES) ou Pédibus. Ce système, baptisé « Car à Pattes » à La Rochelle, fonctionne sur un itinéraire bien défini avec des arrêts et horaires précis à respecter. Les parents des élèves doivent s'organiser afin d'accompagner tour à tour le groupe d'enfants à l'école le long de ce trajet pédestre. Ce dispositif est opérationnel dans huit communes de l'agglomération de La Rochelle (Aytré, Dompierre-sur-Mer, La Jarne, Lagord, Marsilly, Nieul-sur-Mer, Puilboreau et La Rochelle) et l'expérience a été menée dans six écoles de Clermont-Ferrand. Mais si les parents étaient au

départ d'accord sur le principe, la mise en pratique n'a été couronnée de succès que dans deux établissements, avec un groupe de seulement huit à douze élèves par école.

Les administrations comme les entreprises ont donc encore de nombreux efforts à accomplir dans le but d'encourager de plus en plus de salariés à avoir recours aux transports urbains disponibles au sein de leur agglomération. Les modes collectifs, notamment, nécessitent d'être promus, aussi bien sur le plan de l'information que sur celui des avantages financiers. Quelques exemples récents montrent que les changements de comportement sont possibles et doivent inciter à un développement accru des PDE et PDA, en renforçant les collaborations entre les établissements, privés et publics, pourvoyeurs d'emplois et les communautés d'agglomération.

1.2.3. Une place étroite pour la pollution de l'air dans les préoccupations actuelles

On ne peut nier que les aménageurs, en particulier à La Rochelle, s'intéressent aux problèmes environnementaux, mais le sujet de la pollution de l'air n'est pas considéré comme capital dans les prises de décision. En effet, comme déjà évoqué, les enjeux liés au réchauffement climatique et à la notion de développement durable²³ correspondent aux thématiques environnementales les plus présentes. Notamment, la lutte contre les émissions de dioxyde de carbone (CO₂) se révèle comme un axe privilégié. Dans le cadre du développement durable et de la réalisation des agendas 21 locaux, ces thématiques dominent largement, et le CO₂ est la seule substance évoquée, au détriment des nombreux polluants urbains existants. Pourtant, les PDU ont la possibilité de prendre une importance plus large avec le réchauffement climatique, surtout dans ces agglomérations où la pollution n'est pas un problème majeur. Les origines principales de l'accroissement de l'effet de serre et de la pollution étant les mêmes (les transports essentiellement, les installations industrielles et de chauffage), les outils destinés à lutter contre les émissions de gaz à effet de serre sont similaires à ceux proposés par les PDU : le report modal des automobilistes vers l'usage des transports alternatifs. De surcroît, l'objectif de diminution de l'usage de l'automobile s'oriente également dans le sens de la limitation de la consommation de l'énergie non renouvelable qu'est le pétrole. Cependant, les agendas 21 élargissent leurs axes d'intervention à d'autres thématiques (telles que l'agriculture, la biodiversité, la gestion des déchets, la qualité de l'eau, la valorisation du patrimoine bâti ou la solidarité), très éloignées de la pollution atmosphérique. Or, celle-ci n'étant pas prégnante dans les prises de décision, les actions en faveur des réaménagements de voirie, du stationnement et du développement des transports en commun tardent à être mises en œuvre. On peut donc fortement regretter ce délaissement de la pollution de l'air au sein des villes moyennes. Même si les concentrations n'y sont pas problématiques en comparaison de celles mesurées en région parisienne par exemple, ou au sein de territoires fortement peuplés et industrialisés, on a pu voir que les conséquences sanitaires ne sont pas nulles et que la qualité de vie des habitants tirerait avantage d'un développement de modes de déplacement plus respectueux de la qualité de l'air.

²³ La notion de développement durable s'est développée au cours des années 1990, après sa définition par le Rapport Brundtland, publié en 1987 par la Commission mondiale sur l'environnement et le développement de l'ONU : « Le développement durable est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs ».

La prise en compte commune de ces deux questions (pollution de l'air et réchauffement climatique) permettrait à chacune d'entre elles de gagner en crédibilité et d'obtenir des résultats plus rapides et plus efficaces. Cette approche intégrée, qui concerne ici l'échelle d'agglomérations moyennes, doit également être prise en considération à l'échelle nationale et européenne, dans l'établissement des législations (Global Atmospheric Pollution Forum, 2009 ; European Federation of Clean Air and Environmental Protection Associations, 2010). Dans son rapport réalisé en 2007 en guise de bilan de dix années d'existence de la loi sur l'air, Philippe Richert prône également une gestion commune de thématiques jusqu'alors traitées unilatéralement : « L'évolution de la politique française d'amélioration de la qualité de l'air passe par le développement fort d'une approche intégrée de toutes les facettes de la pollution de l'air et par la construction d'une gouvernance mobilisant l'ensemble des acteurs concernés publics et privés. Au regard des liens forts entre l'air, le climat et l'énergie, ce principe d'approche intégrée conduit de fait à proposer une gouvernance commune pour ces trois problématiques ». En conséquence, l'élaboration, suggérée par Philippe Richert, d'une loi sur l'environnement atmosphérique (LEA), permettrait de prendre en compte, et de traiter conjointement, les problèmes de pollution de l'air et de réchauffement climatique

Ces nouveaux enjeux environnementaux impliquent la nécessité de modifier les futurs choix urbanistiques, les politiques des villes étant généralement déconnectées des questions d'effet de serre et, *a fortiori*, de pollution de l'air. Cette nouvelle conception, qui permet de relier le local au global, trouve sa place dans le concept de "ville durable" (Vrain, 2003), et contraste avec les politiques passées. Celles-ci ont en effet privilégié le modèle de l'étalement urbain. Or, comme l'exprime Kunstler (2005), « nous avons dépensé toute notre richesse acquise au XX^{ème} siècle à construire une infrastructure de la vie quotidienne qui ne va pas entrer très avant dans le XXI^{ème} siècle. Il n'est pas inutile de répéter que la banlieue généralisée est le plus gigantesque dévoiement de ressources de l'histoire humaine ». En effet, ce modèle urbain repose entièrement sur l'usage de l'automobile et, par conséquent, sur le recours au pétrole. Au contraire, le concept de "ville durable" s'appuie fortement sur une articulation des échelles spatio-temporelles, qui induit la prise en compte des enjeux planétaires (l'effet de serre faisant figure d'enjeu principal) et leur association au développement local (Emelianoff, 2007), en traitant de manière intégrée les problématiques sociales, économiques et environnementales (Offner, Pourchez, 2007). Dans ce nouveau cadre, les interventions doivent être menées à plusieurs échelles de temps (court, moyen et long termes) et s'orienter vers la maîtrise de l'étalement urbain et de la péri urbanisation, ainsi que la recherche d'une ville compacte, moins « énergétivore » et économe d'espace (Vrain, 2003). Face à l'étalement urbain croissant et à l'augmentation du nombre et de la longueur des déplacements automobiles qu'il génère, le modèle de la ville compacte a été mis en avant. Celui-ci se caractérise notamment par des densités de population élevées – permettant de réduire la ségrégation sociale –, des déplacements courts, une bonne accessibilité aux commerces et services, une mixité des fonctions et un usage facilité des transports en commun (Rérat, 2006 ; Tannier, 2009).

1.2.4. Des actions d'information, de communication et de sensibilisation parfois insuffisantes

Les contrastes d'engagement politique entre les trois agglomérations reflètent des regards divergents sur l'importance de l'environnement. Celui-ci est plus ou moins pris en considération dans la diffusion des informations auprès du public. Mais la limitation de la pollution urbaine de l'air passant désormais par la réorganisation de la circulation et le

développement de modes de transport alternatifs à la voiture, la communication des collectivités locales doit dépasser le seul thème environnemental. En effet, dans le but d'optimiser les actions d'incitation à une plus grande utilisation de modes de transport plus respectueux de l'environnement, des initiatives de sensibilisation des usagers potentiels sont nécessaires. En plus de nombreuses améliorations dans les domaines des transports et du stationnement, des efforts de communication à destination du grand public doivent être envisagés.

1.2.4.1. La qualité de l'air comme argument de communication

On peut tout d'abord distinguer des visions "symboliques" différentes entre ces trois villes. A La Rochelle, le littoral apparaît comme le symbole de la ville, tout comme la montagne l'est à Clermont-Ferrand ; alors que Limoges ne dispose pas d'un "objet symbolique" de la sorte, sur lequel la ville (aussi bien les aménageurs que les citoyens) pourraient s'appuyer dans une démarche de sauvegarde environnementale. L'environnement rural occupe certes une place importante, mais sa vocation touristique est moindre que celle du littoral atlantique et de la chaîne volcanique. Ces particularités ressortent de la communication des trois villes, dont les informations destinées à la promotion touristique sont divergentes.

La ville de La Rochelle s'appuie fortement sur les activités liées à l'océan (plaisance, nautisme) et affiche également son engagement environnemental comme l'un de ses principaux atouts, en exposant ses diverses ressources en transport (location de vélos, de voitures électriques, bus de mer, passeur électrique, ...).

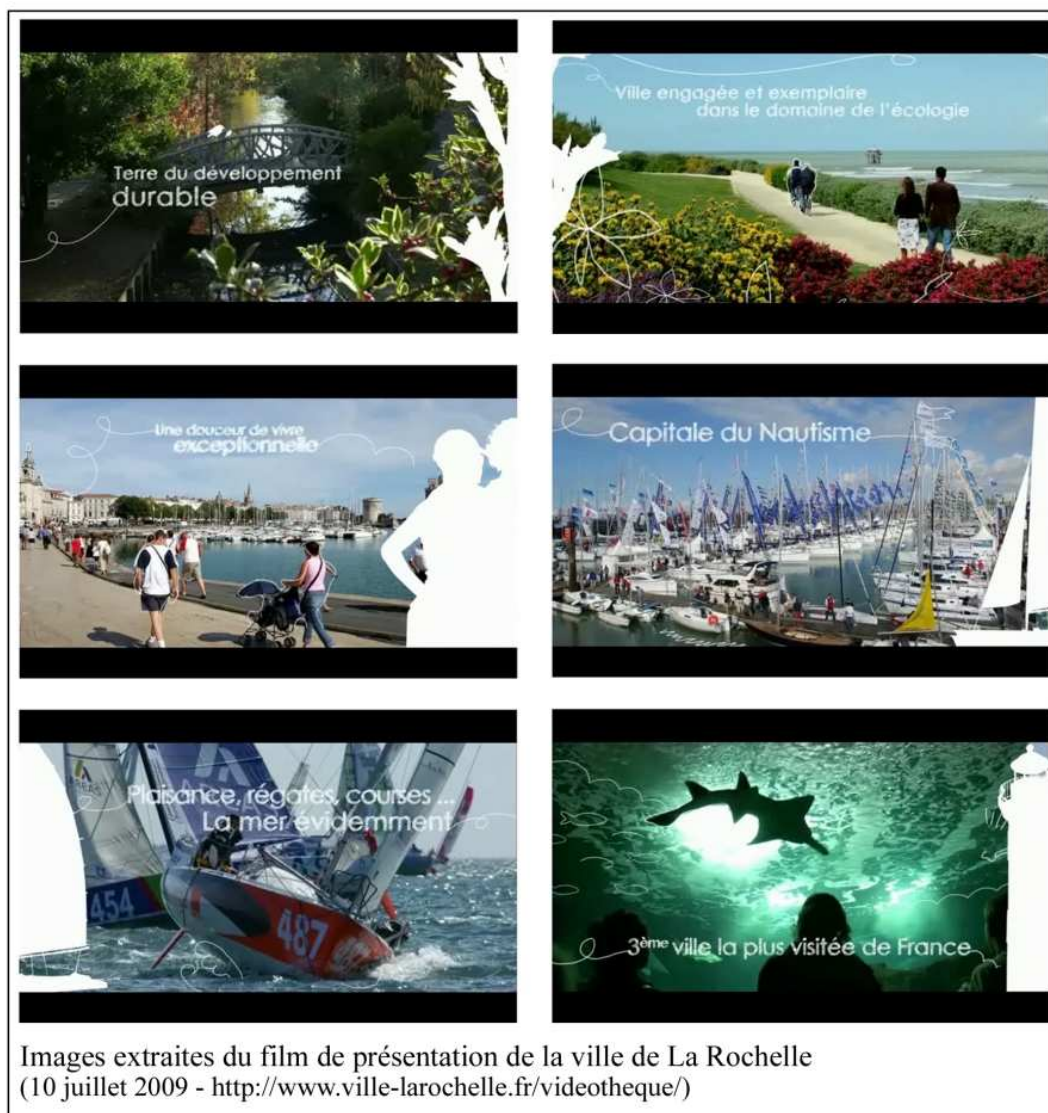


Figure 59 : Promotion touristique de la ville de La Rochelle

Le film de présentation de La Rochelle (figure 59) révèle la volonté de la ville de valoriser son engagement environnemental, de même que tout son potentiel touristique lié à la situation littorale. Le fait même d'avoir conçu ce type de vidéo (qui n'existe pas pour Clermont-Ferrand ou Limoges) témoigne de la place importante qu'occupe le tourisme dans son activité économique.

La ville de Clermont-Ferrand, dans sa communication à vocation touristique, accorde également une importance notable à son environnement naturel, et plus particulièrement à la chaîne volcanique à laquelle appartient le Puy de Dôme (figure 60). Cette proximité, considérée comme un avantage, est présentée en amont de l'histoire et des activités de la ville.



Figure 60 : Mise en valeur de la chaîne des Puy à Clermont-Ferrand

La ville de Limoges (<http://www.ville-limoges.fr/>) met en avant sa « qualité de vie », en partie due à la proximité de la campagne, à des équipements majeurs répondant aux normes environnementales (centrale énergie déchets, station de traitement des eaux, station d'épuration), à la présence de trolleybus et un taux de délinquance faible. Mais en termes touristiques, elle insiste surtout sur son héritage historique (et son label « Ville d'art et d'histoire » obtenu en 2008), et notamment ses activités de fabrication de porcelaine et d'émaux (figure 61). Contrairement aux deux autres villes, Limoges s'appuie donc sur ses activités industrielles et artisanales plus que sur son patrimoine naturel, se définissant d'ailleurs comme « capitale des arts du feu ».



Figure 61 : Mise en valeur des activités manufacturières à Limoges

Fortes de leurs richesses naturelles, La Rochelle et Clermont-Ferrand ont ainsi pu développer des politiques de protection de l'environnement visant à préserver ce patrimoine. Dans ce cadre, la prise de conscience de sauvegarde et de valorisation peut être collective, laissant de côté les perceptions individuelles pour arriver à une représentation de l'espace au sein duquel les populations évoluent. Apparaît alors l'idée de la construction de territoires engagés dans le domaine environnemental, qui se réalise à partir des comportements des différents acteurs : collectivités locales, citoyens, associations, ... Ainsi, les pouvoirs publics doivent être accompagnés des intérêts privés et de la société civile (usagers, associations et consommateurs), soit un ensemble de trois acteurs formant un triangle de "gouvernance" (Roussel, Charles, 2006). Cette notion de gouvernance renvoie donc à un concept de coopération entre les acteurs (Roussel et al., 2007). Or, les faibles relations existant entre chacun de ces acteurs (par exemple entre aménageurs et AASQA) montrent que des progrès restent à accomplir dans la sensibilisation de chacun face aux enjeux environnementaux, de santé publique et à l'importance de préserver et de mettre en valeur son territoire. En pratique, cette vision peut se traduire par le marketing territorial, utilisé par les collectivités locales afin de donner la meilleure image possible de leur territoire, dans le but d'attirer des habitants, des touristes et des entreprises.

La qualité de l'air – ou du moins la pollution limitée – revêt une certaine importance du point de vue de l'image d'un territoire et peut constituer un bon argument touristique et démographique à exploiter dans le cadre des politiques de communication de l'agglomération. Comme le mentionnent Roussel et Charles (2007), « la qualité de l'air [indissociable de la qualité de vie] peut constituer un élément marquant, éventuellement incontournable de l'environnement rural ou urbain, contribuant à une caractérisation forte des espaces ».

En outre, la vision et l'acceptation de la pollution issue des activités industrielles varient généralement entre les villes où l'industrie est historiquement présente, comme Clermont-Ferrand et Limoges, et celles à vocation plus touristique, comme La Rochelle, où la qualité environnementale revêt une plus grande importance. Ces tendances ont notamment été étudiées dans le cas de territoires très fortement industrialisés, au sein desquels l'empreinte de la pollution, des diverses nuisances et des risques, est bien plus forte qu'à Clermont-Ferrand ou Limoges. Les populations les plus exposées aux problèmes d'ordre écologique (pollution

de l'air, mais aussi bruits ou nuisances olfactives) ne sont généralement pas les plus mobilisées pour lutter contre ces gênes quotidiennes. Ces habitants ont en effet tendance à se concentrer plutôt sur leurs conditions sociales de vie, et notamment sur l'emploi ou les revenus. Dans le cas d'exposition aux risques industriels, liée à la proximité entre zones résidentielles et installations polluantes, voire dangereuses, des écarts existent entre les perceptions des riverains et les niveaux réels d'exposition. L'accident de l'usine AZF à Toulouse, en 2001, a révélé que les populations susceptibles d'être touchées par des catastrophes de ce type, ne souhaitent pas nécessairement le déménagement des établissements. Ces réactions s'expliquent, en partie, par la crainte de la perte d'emploi (Diebolt et *al.*, 2005). Par exemple, la commune de Pierre-Bénite, située dans le "Couloir de la chimie", au sud de Lyon, a fondé son développement économique et démographique sur l'implantation, dans les années 1910, d'un site de production chimique. A partir des années 1970, la crainte de la désindustrialisation s'empare des élus qui craignent la fermeture du site. Au début de la décennie 1990, la construction d'un nouvel atelier est facilitée par la municipalité, en dépit des protestations du groupe Verts de l'agglomération lyonnaise (Girard, 2004). Cette prise de position est présentée par les responsables de la commune comme une « bataille » menée dans l'intérêt de la ville, car « l'usine est érigée en élément fédérateur de la construction d'une identité consensuelle de la ville ». L'établissement industriel fait en effet partie de l'histoire de Pierre-Bénite et les habitants acceptent son voisinage, malgré les risques, car il constitue une source d'emplois. Enfin, dans le cadre d'une étude réalisée au sein de l'agglomération de Dunkerque (Bonney et *al.*, 2003), il a pu être constaté que les gênes exprimées par les habitants relèvent surtout du domaine des nuisances sonores et olfactives, bien que la pollution de l'air soit considérée comme un risque majeur par ces mêmes personnes. Cet écart paradoxal témoigne en réalité du problème d'identification de la pollution atmosphérique, difficilement assimilable à un effet précis. De plus, la pollution de l'air ne se révèle pas comme une nuisance mobilisatrice en région Nord-Pas-de-Calais où elle « s'impose souvent comme un élément constitutif du territoire industriel » (Roussel, Charles, 2007). La forte présence industrielle, caractéristique de cette région, a induit une culture particulière de la pollution atmosphérique, qui a longtemps rimé avec prospérité et emploi, sans susciter de grandes inquiétudes quant à ses dangers sanitaires. Au contraire, la qualité de l'air prend une place plus importante au sein d'espaces plus touristiques où sa protection est prise en compte au même titre que celle des ressources naturelles.

Ainsi, la ville de La Rochelle, n'ayant pas de véritable tradition industrielle, accepte moins bien les influences néfastes de la pollution de l'air, contrairement à des villes plus industrielles comme Clermont-Ferrand ou Limoges, où les industries ont fait partie intégrante du paysage depuis longtemps : la diminution de ces activités depuis quelques décennies conduit même à une situation plus favorable en termes de pollution qui peut contribuer à instaurer une vision positive.

Du reste, si la communication des trois agglomérations sur le thème environnemental montre des disproportions, la transmission des informations relatives à la pollution de l'air est tout aussi inégale. Les indices ATMO du jour apparaissent certes sur les sites Internet des trois associations de surveillance, mais seules la communauté d'agglomération de La Rochelle, la ville de Clermont-Ferrand et Clermont Communauté le font figurer sur leur propre site. En outre, les supports de diffusion municipaux ont été étendus, par l'intermédiaire des associations de surveillance. Depuis le 22 septembre 2009, l'indice ATMO est affiché sur les panneaux d'information situés aux entrées de la ville de La Rochelle. L'association Atmo Auvergne a, quant à elle, mis en place des systèmes de communication au moyen de bornes d'affichage : quatre bornes situées à divers points de la ville affichent l'indice ATMO du jour. Un projet d'affichage de l'indice sur neuf panneaux municipaux existe également depuis

plusieurs années, mais se heurte au refus actuel de la municipalité. Cette dernière manifeste donc une certaine réticence à transmettre aux habitants les résultats des mesures effectuées par les AASQA. Quant à l'approche de la municipalité et de la communauté d'agglomération de Limoges, elles semblent plutôt discutables, car elles présentent une vision subjective. Si la ville ne s'étend pas sur la qualité de l'air, son site Internet propose un lien vers le site de l'association Limair pour la consultation des données et précise que « les mesures effectuées par Limair sont toujours bonnes » (<http://www.ville-limoges.fr/>), bien que cette affirmation doive être nuancée par des pics de pollution ponctuels et des indices ATMO pas toujours bons (parfois peu éloignés de ceux de grandes villes, considérées pourtant comme polluées et où les préoccupations de qualité de l'air sont beaucoup plus présentes). La ville a d'ailleurs abandonné l'idée de faire apparaître les indices ATMO quotidiens sur les panneaux municipaux, en raison des mauvais résultats estivaux liés aux fortes concentrations en ozone. La communication de Limoges sur la pollution de l'air est donc sélective, ne tenant pas compte des mauvais résultats ponctuels, et s'appuyant uniquement sur des indices ATMO globalement bons.

De façon générale, hormis un affichage non généralisé des indices ATMO (créés dans le but d'être transmis au grand public), aucune communication n'existe quant à la pollution atmosphérique au sein de ces agglomérations. Ni les municipalités, ni les communautés d'agglomération, n'ont engagé de campagnes de sensibilisation au problème que constitue la pollution automobile urbaine. A partir de ce constat, il semble probable que la population, dans sa majeure partie, agisse quotidiennement par simple habitude et surtout en fonction de l'organisation urbaine. Les tendances quotidiennes de déplacements sont ainsi principalement conditionnées par le niveau des moyens de transport existants, mais également par des décennies de recours systématique et coutumier au véhicule personnel. La communication sur le thème de la pollution de l'air en milieu urbain doit donc s'accroître, pour sensibiliser les personnes à ce problème, au même titre qu'elles le sont à la question de l'effet de serre.

1.2.4.2. La promotion nécessaire des nouvelles mobilités

L'information du public et sa sensibilisation trouvent un contexte idéal dans l'élaboration du PDU mais elles doivent se poursuivre une fois celui-ci adopté, afin de convaincre la population des avantages de l'usage des modes alternatifs à la voiture. Cela peut se traduire par des affiches d'information, mais aussi par des opérations de promotion : journées sans voiture, tarifs promotionnels dans les transports en commun, ... (Certu, ADEME, 2002). De multiples outils de communication sont aujourd'hui mis à la disposition des communautés d'agglomération, mais ne sont pas nécessairement exploités.

D'une part, si l'amélioration des offres de transports alternatifs à la voiture est nécessaire, elle ne peut se suffire à elle-même. Pour que les habitants aient connaissance des moyens mis à leur disposition, les communautés d'agglomération ont également pour mission d'informer le public, par le biais de différents supports : brochures papier, guides, expositions, bornes d'information, Internet, ... En termes d'information et de documentation, seuls quelques dépliants sont proposés dans les lieux consacrés aux transports (espaces d'accueil et de vente). Outre les plans et guides des horaires des réseaux de transports en commun, ceux-ci concernent surtout les aménagements cyclables : des plans informent les usagers des itinéraires cyclables mis à leur disposition sur les territoires des communautés d'agglomération. Mais s'ils sont actualisés chaque année à La Rochelle, ils sont obsolètes ailleurs. A cela s'ajoute une documentation relative aux parcs relais, mais dont les informations restent globalement insuffisantes pour permettre un bon usage des services proposés. A La Rochelle et Clermont-Ferrand, toute l'offre existante n'est pas couverte.

Quant à Limoges, aucune information n'est transmise sur la localisation des parcs. A La Rochelle, un guide relatif à la mise en place des Plans de Déplacements d'Entreprise (PDE) a aussi été élaboré à l'intention des entreprises, afin de sensibiliser les employeurs et les salariés à l'intérêt de cette démarche.

La limite principale de ces informations, par ailleurs peu diversifiées, réside dans leur diffusion. La documentation n'étant accessible que dans des lieux bien ciblés (points de vente des réseaux de transports en commun), seules les personnes déjà intéressées y ont accès. On peut cependant noter qu'à La Rochelle a été ouvert en 1999 un Point Info Environnement géré par le service Environnement de la communauté d'agglomération, en partenariat avec deux associations locales : LPO17 (Ligue pour la Protection des Oiseaux) et NE17 (Nature Environnement). Y sont proposées des informations et documentations concernant l'environnement local (pistes cyclables et modes de déplacement, collecte des déchets, analyses d'eau potable et d'eau de baignade, indices de qualité de l'air, ...) et y sont organisées des expositions thématiques. Par ailleurs, les trois villes et groupements intercommunaux communiquent leurs informations relatives aux offres de déplacements et de stationnement par le biais de leur site Internet et de celui des réseaux urbains de transport (RTCR à La Rochelle, STCL à Limoges et T2C à Clermont-Ferrand), ainsi qu'au moyen de magazines mensuels ; ces supports de diffusion permettant de toucher un public plus vaste.

D'autre part, ces démarches d'information du grand public sont ponctuellement complétées par quelques campagnes de promotion et manifestations. Les premières sont toutefois rares. La communauté d'agglomération et la ville de La Rochelle ont notamment participé à la Foire Exposition de La Rochelle (du 28 août au 6 septembre 2009), dans le but essentiel de présenter aux habitants la nouvelle offre de transport Yélo (figure 62). Pour le lancement de celle-ci, une campagne de promotion a également été menée au moyen d'affiches et un site Internet a été créé. L'autre exemple principal vient de Limoges où la STCL a engagé en 2006 une campagne de promotion de l'utilisation du trolleybus et du bus, mettant en avant les avantages que sont censés procurer ces modes de transport (figure 62). A Clermont-Ferrand, la communication est restreinte, étant majoritairement axée sur le tramway. Mais ces campagnes ne peuvent suffire à constituer une véritable réponse aux attentes des habitants.



Figure 62 : Affiches de promotion des modes de transport à Limoges et La Rochelle

Dans le sillage d'autres villes françaises et européennes, les communautés d'agglomération de La Rochelle et de Clermont-Ferrand organisent depuis quelques années des manifestations destinées à promouvoir les nouvelles mobilités. En particulier, elles participent à la "Semaine européenne de la mobilité" qui se déroule chaque année depuis 2002 au mois de septembre. Destinée à faire connaître les enjeux de la mobilité et les modes de

transport alternatifs, cette dernière donne lieu à des conférences, ateliers, expositions ou forums, proposés chaque jour de cette semaine aux habitants et entreprises de l'agglomération, sur des thèmes relatifs aux questions de mobilité (déplacements à vélo, covoiturage, trajets domicile-travail/école, ...) et aux offres locales. Cet évènement est aussi l'occasion d'inaugurer de nouvelles offres de transports. Au cœur de cette semaine doit également être distinguée la journée "En ville sans ma voiture". Celle-ci est instituée depuis le 22 septembre 1997 à la Rochelle, première ville de France à organiser cet événement, étendu à l'échelle nationale en 1998. Il permet de tester, en grandeur réelle, de nouvelles dispositions de circulation et leur influence sur la qualité de la ville, ainsi que de sensibiliser les habitants aux enjeux des mobilités. Par exemple, lors de la journée du 22 septembre 2009, une grande partie du centre-ville était interdite aux voitures et à tout véhicule à moteur. Le déplacement en bus ou en bateau était gratuit, de même que l'usage des parcs relais et parkings situés en limite de la zone protégée. L'emprunt de vélos était possible gratuitement pour 2h et deux navettes électriques circulaient en centre-ville. Chaque année à cette occasion, de nombreuses animations sont proposées, et les habitants aussi bien que les commerçants participent à cet événement qui remporte un assez bon succès à La Rochelle, jouissant d'une vision positive et n'étant pas perçu comme une contrainte. Cette journée n'a cependant jamais été instaurée à Clermont-Ferrand. La ville de Limoges l'avait quant à elle organisée en 2000, en réservant l'accès de quelques rues de l'hypercentre – parmi lesquelles la rue Jean Jaurès, axe généralement assez fréquenté (7 800 véhicules en moyenne par jour) – aux véhicules propres (électriques ou fonctionnant au GPL) et aux modes de transport doux. Mais l'expérience n'a pas été reconduite et aucune autre opération de ce type n'est pour l'instant envisagée, la mairie de Limoges considérant que cette journée n'avait rencontré qu'un faible succès. A cette occasion, l'association locale de surveillance de la qualité de l'air avait mené une campagne de mesures afin de suivre l'évolution des concentrations en quatre polluants (NO, NO₂, CO et PM10) ayant comme principale source d'émissions la circulation automobile. Les résultats obtenus ont permis d'établir une comparaison entre les taux de pollution d'une journée courante, où les véhicules automobiles circulent normalement, et la journée du 22 septembre 2000, afin de déterminer l'impact que celle-ci a pu avoir en termes de pollution. Il transparaît alors que la qualité de l'air en l'absence de circulation automobile s'est nettement améliorée dans la zone concernée par l'interdiction. Tout particulièrement, les concentrations en monoxyde d'azote (NO) et dioxyde d'azote (NO₂), mesurées à proximité des voies de circulation, ont diminué de plus de 40% entre les trois jours précédant la journée sans voiture et celle-ci, tandis que les teneurs en monoxyde de carbone (CO), très influencées par les émissions des véhicules, ont chuté de 60% (ARQAL, 2000). Toutefois, cette journée n'a pu avoir d'effet sur la pollution de fond du centre-ville, et *a fortiori* de la ville toute entière, probablement en raison de la petite taille du périmètre réglementé. En supposant qu'une telle initiative soit reconduite mais sur une zone beaucoup plus étendue, la qualité de l'air pourrait être améliorée à une échelle plus intéressante.

Enfin, l'un des facteurs contribuant à la qualité des transports en commun est l'information donnée sur les trajets. Il semble évident, du point de vue de nombreuses études, que les informations données pourraient encore plus influencer les comportements si elles intégraient des renseignements sur la multimodalité. Puisque certains déplacements nécessitent plusieurs types de transports, les informations doivent concerner le trajet porte-à-porte afin d'atténuer les difficultés rencontrées : des services incluant les divers modes de transports possibles apportent des renseignements que les usagers peuvent acquérir d'un seul coup d'œil, sans avoir à chercher et assembler différentes sources (Grotenhuis et al., 2007). A Clermont-Ferrand, la centrale de mobilité Moovicité offre des informations aux usagers sur tous les modes de transport de l'agglomération : réseau urbain, réseau TER, taxis,

covoiturage, location de vélos. Le site Internet présente à leur propos les liens vers les sites qui leur sont dédiés afin de répondre aux questions des usagers quant aux horaires, tarifs, points de vente, ... En réalité, cette centrale ne constitue donc pas une source de renseignements exceptionnelle et propose plutôt une synthèse des informations. Les sites Internet des réseaux de transports urbains des trois agglomérations proposent à leur tour des systèmes de recherche d'itinéraire, mais ceux-ci restent globalement limités. Ils ne s'organisent qu'autour des lignes de bus ou de tramway de l'agglomération, sans inclure les lignes des réseaux départemental et régional, et n'indiquent pas non plus les possibilités de trajets multimodaux associant par exemple la voiture jusqu'à un parc relais puis le bus ou le tramway ; ou encore le bus et le vélo. En particulier, ni ces systèmes ni les plans globaux des réseaux ne mentionnent de façon claire, sur une même carte, les divers modes de transport disponibles (lignes de bus, de train, stations de libre-service vélos, parcs relais, ...). Par ailleurs, sur le système du réseau RTCR de La Rochelle, la recherche ne s'opère que par le biais des noms d'arrêts, ceci impliquant de connaître le réseau, alors que des entrées par adresses ou lieux publics seraient plus simples et accessibles à un plus grand nombre d'utilisateurs.

Ainsi, pour une meilleure accessibilité des usagers potentiels aux offres de transport disponibles, les systèmes devraient permettre de consulter des informations relatives aux différents modes possibles via une source unique, un site Internet notamment. Un système d'informations intégrant tous les modes est alors plus propice à la multimodalité : celui-ci propose toutes les options de transport existantes en réponse à une demande spécifique de trajet formulée par l'utilisateur. Ce dernier visualise ainsi toutes les possibilités, peut les comparer et choisir celle qui lui convient le mieux (en découvrant éventuellement les avantages de certains modes auxquels il ne pensait pas). Cela présente en outre l'avantage d'avoir un accès plus rapide et plus simple aux données souhaitées (lignes, horaires, itinéraires) dans le but d'effectuer un déplacement (Kenyon, Lyons, 2003).

En outre, on peut considérer qu'un déplacement en transports en commun comporte plusieurs étapes. Après la préparation du voyage, rendue possible en amont par les systèmes d'informations aux voyageurs, la réalisation du trajet commence par une attente, qui s'opère au niveau des arrêts ou des stations (de bus, de trolleybus, de tramway, ...). A ce stade du déplacement, les informations sont surtout nécessaires pour les besoins du voyage lui-même, plutôt que pour sa planification. Enfin, des informations peuvent être données pendant le trajet, à bord des véhicules. Une enquête menée auprès d'un échantillon de la population hollandaise a permis de montrer quelles étaient les attentes en termes d'informations multimodales pour ces étapes d'un déplacement (Grotenhuis et *al.*, 2007). Pour l'attente, les demandes relèvent d'informations en temps réel sur les annulations et les conseils d'itinéraires afin de rentabiliser le temps, notamment en cas de connections rapides, d'informations en temps réel sur les horaires de départ et d'arrivée ainsi que de panneaux d'affichage indiquant l'approche des véhicules. Durant le trajet, les passagers souhaitent obtenir des renseignements sur la durée restante et connaître les horaires précis d'arrivée en temps réel, ainsi qu'avoir des informations sur les correspondances (stations ou arrêts, directions). A ce titre, la télématique est un bon moyen de rendre l'usage des transports publics plus attractif grâce à des systèmes d'affichage des données dans les stations ou arrêts : cela permet d'indiquer l'heure de passage du prochain bus ou tramway, les retards éventuels, les itinéraires, les horaires, les tarifs, ... toutes les informations nécessaires, en temps réel (OCDE, CEMT, 1995).

Le réseau de Clermont-Ferrand s'est progressivement équipé d'un Système d'Aide à l'Exploitation (SAE) renforçant le confort des déplacements d'un point de vue pratique. Ce système apporte des informations aux voyageurs en temps réel sur les temps d'attente aux

stations ou arrêts et sur l'état du trafic. Les rames de tramway sont équipées de systèmes d'informations sonores (grâce à une voix pré-enregistrée) qui indiquent la destination du véhicule et l'arrivée aux stations. A cela s'ajoute une information visuelle grâce à des panneaux centraux indiquant la destination finale, le temps restant jusqu'à celle-ci, le nom de la prochaine station desservie et d'éventuelles informations en temps réel (état du trafic, perturbations, pannes, ...). A chaque station, des panneaux indiquent les temps d'attente aux voyageurs (figure 63). Ce type de système a également été mis en place depuis 2006 sur certaines lignes de bus mais n'est pas encore généralisé. L'installation de ces équipements est déterminé par la fréquentation des lignes et le type d'arrêt : les arrêts concentrant plusieurs lignes et les lignes les plus attractives ont été équipés en priorité. Certains arrêts de la ligne B sont en effet équipés de panneaux affichant les temps d'attente et les véhicules de cette même ligne possèdent des panneaux indiquant le nom de l'arrêt suivant, l'annonce vocale n'existant pour l'instant que dans quelques bus.



Figure 63 : Exemples de systèmes d'affichage aux arrêts à Clermont-Ferrand

(Photos : LM Glandus)

Dans une moindre mesure, des panneaux d'affichage sont également en service depuis l'année 2005 sur plus de 40 arrêts du réseau urbain de La Rochelle. Un système d'annonce sonore des arrêts et un affichage de la localisation du bus sur la ligne est aussi proposé à l'intérieur des 22 nouveaux bus acquis en 2009. Des informations complémentaires relatives aux éventuelles perturbations, travaux, ... peuvent être transmises aux voyageurs via ce dispositif. A cela s'ajoute, depuis 2008, un nouveau système d'information en temps réel par le biais de SMS ou e-mails.

Néanmoins, aucun dispositif de ce type n'est pour l'instant disponible sur le réseau de Limoges, qui présente donc un net retard sur les deux autres quant à l'aspect pratique des déplacements en transports en commun.

Il est possible de considérer l'apport d'informations sur divers modes de transport comme un outil des politiques de transport. Toutefois, des études (Verplanken et *al.*, 1997 ; Steg et *al.*, 2001) ont montré qu'il existe plusieurs barrières d'ordre psychologique face à l'usage des transports alternatifs et des informations les concernant. Cela est lié aux habitudes

de chacun, à l'existence de motivations de nature affective ou symbolique et peut empêcher les personnes de rechercher des informations quant aux diverses possibilités de déplacements alternatifs à la voiture (Kenyon, Lyons, 2003). Des discussions menées en 2000, durant toute une semaine, avec des groupes de population résidant au sein d'espaces variés (urbains et ruraux) en Angleterre, montrent que les personnes effectuent la majorité de leurs déplacements par habitude, en réponse à une routine journalière. Il semble ainsi que les informations qui peuvent être proposées ne jouent qu'un rôle mineur sur le choix du mode de transport ; les habitudes étant prédominantes et excluant souvent la considération des autres modes. De plus, les usagers potentiels ont souvent peu connaissance des moyens d'information existant et considèrent la recherche de ces informations comme une difficulté et une perte de temps. Si la consultation d'un système d'informations intégrant les différents modes peut générer des changements de comportement chez quelques personnes, ce n'est pas toujours le cas. Il peut ainsi sembler nécessaire que des campagnes de sensibilisation soient mises en œuvre afin de faire évoluer les comportements. Malgré tout, il paraît très difficile de modifier les habitudes de la population : enrichir les offres d'informations ne peut influencer les automobilistes à se tourner vers les transports en commun que si ces derniers comportent suffisamment d'avantages et de qualités. Le travail de communication doit, quant à lui, être mené avec précaution et s'inscrire dans la durée pour éviter tout risque de radicalisation de la position des automobilistes. En effet, la majorité d'entre eux n'est probablement pas prête, dans l'immédiat, à accepter l'idée que le budget important consacré à l'achat et au fonctionnement d'un véhicule automobile, dans une logique de commodité et de confort, ne couvre pas les besoins quotidiens de déplacements urbains. Certains automobilistes considèrent en effet qu'il est nécessaire de rentabiliser le plus possible leur véhicule, à partir du moment où celui-ci a été payé (Kenyon, Lyons, 2003).

1.2.5. Une participation nécessaire des citoyens

La législation et les politiques publiques doivent évoluer mais le concept de gouvernance englobe également la "société civile". Les directives environnementales ne suffisent pas et leur mise en application nécessite une appropriation par les citoyens : « comment concevoir par exemple une préservation de la qualité de l'air sans une large concertation autour de la mobilité automobile ? » (Kergomard, 2007). Le principe 10 de la Déclaration de Rio de 1992 énonce que « la meilleure façon de traiter les questions d'environnement est d'assurer la participation de tous les citoyens concernés, au niveau qui convient ». A l'échelle du pays, comme le rappelle Monédiaire (1998), chaque citoyen doit avoir la « possibilité de participer au processus de prise de décision ». Les populations doivent ainsi se mobiliser afin de permettre une gestion participative des problèmes environnementaux : en France, ce rôle est essentiellement tenu par les associations. Celles-ci ont un rôle non négligeable à jouer et leur participation dans le système public doit être perçue comme utile et légitime (Leme Machado, 2002). Par leur intermédiaire, la participation des habitants s'avère utile, si tant est que les associations locales visent l'intérêt général de la population et ne se réduisent pas à un mouvement NIMBY (Not In My Back Yard). Celles-ci peuvent transmettre leurs points de vue et leurs attentes quant aux axes de circulation, les évolutions souhaitées pour réduire la place de la voiture et des aménagements comme des études peuvent en découler. Enfin, les associations peuvent contribuer à la diffusion de l'information dans le domaine de la pollution de l'air et de la mobilité : leur proximité avec le quotidien leur confère peut-être davantage les qualités nécessaires pour transmettre à la population le savoir et les enjeux, de façon compréhensible (excluant le langage trop technique), transparente et pragmatique.

C'est à La Rochelle que les possibilités de participation des associations et des habitants dans leur ensemble sont les plus grandes. La population a été consultée directement (non par le biais d'associations), de manière régulière et continue au cours de la réalisation du PDU. Une première consultation a été menée dès le mois d'août 1998, à l'aide d'un questionnaire, et à trois reprises : durant la Foire Exposition de La Rochelle (du 28 août au 6 septembre 1998), en clôture de la réunion de la journée "En ville sans ma voiture" (le 8 septembre 1998), lors de la journée "En ville sans ma voiture" (le 22 septembre 1998). L'objectif était dans ce cadre de connaître les attentes du grand public en termes de déplacements. Ensuite, la mise en place des commissions a permis aux représentants des associations d'exprimer leurs souhaits et de relayer les informations à la population. Enfin, les conclusions issues des différentes réunions de travail ont été présentées en 1999 aux habitants, de nouveau à l'occasion de la Foire Exposition de La Rochelle. Puis des réunions publiques ont eu lieu sur les communes de l'agglomération afin de recueillir les avis et les ressentis des habitants. La population de la communauté d'agglomération a donc été intégrée à l'élaboration du PDU, ceci apparaissant comme un point positif pour la crédibilité du document établi et pour la sensibilisation des citoyens aux enjeux de la mobilité. Même si l'on ne connaît pas la réelle part d'implication du public dans les décisions prises et son point de vue précis, cette volonté de concertation affichée et mise en pratique à La Rochelle est supérieure à celle esquissée dans les deux autres agglomérations.

Le dialogue a également été instauré à Clermont-Ferrand, mais seulement avec les représentants du monde associatif et non la totalité des habitants comme à La Rochelle. A l'occasion de la révision du PDU, le Syndicat Mixte des Transports en Commun de l'agglomération clermontoise (SMTC) a mené, en 2007 et 2008, un travail de concertation avec les associations locales (environnement, usagers des transports, cyclistes ou encore PMR). Cet échange a cependant été défini comme « laborieux » par l'association Puy-de-Dôme Nature Environnement, principale association environnementale locale. Quelques propositions faites par celle-ci dès 1999 (via le Groupe de Réflexion et d'Action Pour une Autre Logique des Transports – le GRAPALT) ont été adoptées dans le projet du nouveau plan de déplacements, validé à la fin de l'année 2008.

Enfin, la politique des déplacements de Limoges contraste avec le travail suivi et concerté établi à La Rochelle et, dans une moindre mesure, à Clermont-Ferrand. En effet, la population a seulement été informée de la mise en place du PDU avant son élaboration. Une exposition a présenté les objectifs du PDU, les visiteurs ayant eu la possibilité de poser des questions et des cahiers de doléances ayant été proposés.

En outre, des enquêtes publiques, obligatoires au plan national, ont été menées entre les phases d'élaboration et de validation des PDU. Lors de celles-ci et de façon générale en France, la participation des citoyens a été relativement faible et le public a émis de nombreuses remarques sur la difficulté de faire aboutir les projets envisagés (Certu, ADEME, 2002 ; Roussel et *al.*, 2007). Ceci constitue pourtant l'une des rares occasions offertes aux habitants de s'exprimer et de faire part de leur expérience et de leurs attentes. Cependant, cette faible participation s'explique grandement par l'insuffisance des informations transmises par les communautés d'agglomération sur l'instauration de l'enquête et surtout les enjeux des PDU eux-mêmes. La population n'a souvent pas vraiment connaissance de l'existence des plans de déplacements. De plus, peut-on considérer que les propositions faites par la population seront vraiment prises en compte dans un projet déjà bien construit ? Les habitants ont souvent tendance à douter de leur pouvoir de participation et ce découragement conduit à une abstention qui rappelle celle enregistrée lors des élections. L'État et les collectivités locales auraient donc des progrès à faire en matière de communication d'une part – car l'intérêt de la population ne peut être éveillé que par une présentation des faits et des enjeux –

et de démocratie d'autre part, en intégrant les doléances des citoyens comme des valeurs sûres. Car ces dernières, même si elles peuvent parfois manquer de "technicité", traduisent le vécu et la proximité qu'oublie parfois (voire souvent) les politiques et preneurs de décisions.

Il va de soi que les habitants ne peuvent être exclus des politiques urbaines de mobilité, par le fait même qu'ils sont acteurs de cette mobilité au quotidien. Ils doivent ainsi être informés des intérêts que revêtent les évolutions de la circulation en milieu urbain et s'exprimer sur ce point. Leur intégration pourra alors marquer les esprits et motiver des changements de comportements. Actuellement, les citoyens sont peut-être trop opposés aux prises de décisions politiques pour avoir envie d'y donner une réponse. La solution passe ainsi par la prise de conscience que ces décisions ne sont pas adoptées pour contraindre les habitants mais pour améliorer leur qualité de vie ; d'où la nécessité d'insister sur les conséquences néfastes de la pollution de l'air.

Néanmoins, si en agglomération, l'accent est nécessairement mis sur les citadins, on ne peut exclure les autres sources mobiles de pollution que sont les transports routiers de marchandises. Leur trop forte présence génère une pollution chimique et des nuisances sonores qui indisposent un nombre élevé de citoyens. Stigmatiser de plus en plus ces derniers sans s'attaquer frontalement au problème de la circulation des poids lourds ne peut aboutir à une situation satisfaisante. L'équité veut en effet que les efforts en matière de réduction de la pollution atmosphérique viennent de tous les auteurs de celle-ci. Si les industriels ont été contraints d'adapter leurs systèmes de production pour réduire leur impact environnemental, tous les nouveaux pollueurs doivent désormais prendre acte de leurs responsabilités et agir dans le sens du développement durable. Si ces actions peuvent provenir d'initiatives personnelles, elles doivent surtout être dictées par l'État et les collectivités locales afin de pouvoir constituer un mouvement général et efficace.

1.3. Le PDU : un nom similaire pour des politiques différentes

L'élaboration des Plans de Déplacements Urbains répond aux mêmes objectifs que ceux énoncés dans le cadre de la LOTI de 1982, puis révisés par la LAURE de 1996 et la loi SRU de 2000. Les trois PDU qui nous intéressent ont été conçus dans la lignée des préconisations de la loi sur l'air de 1996, adoptant par la suite les nouveaux énoncés issus, notamment, de la loi SRU de 2000. Dans ce nouveau cadre associant urbanisme et transport, le contenu des PDU doit être élaboré en cohérence avec celui des Schémas Directeurs (SD), et maintenant des Schémas de Cohérence Territoriale (SCOT). A cette structure réglementaire s'ajoute également l'influence des courants environnementaux actuels faisant une large place au développement durable et, dans le contexte de l'aménagement urbain, à la promotion de la ville durable et compacte.

On retrouve ainsi de nombreux points communs dans les documents des trois communautés d'agglomération, mais aussi des divergences propres à chaque volonté locale. Plus concrètement, la mise en application des mesures proposées dans le document est très fluctuante d'un lieu à l'autre. Si les échéances de mise en œuvre des actions prévues est normalement de dix ans, on peut constater que l'investissement réel est inégal. Aucune des trois agglomérations n'a atteint l'ensemble des objectifs qu'elle s'était fixé, mais celle de Clermont-Ferrand et surtout celle de La Rochelle ont été davantage actives que celle de Limoges. Toutefois, la caractéristique commune la plus marquante est sans doute le manque de logique de l'échelle d'application du PDU, déjà souligné dans la première partie (p 50 à 57), qui s'éloigne partout des situations de mobilité vécues par les populations.

1.3.1. Une démarche d'élaboration et un contenu variables

Les PDU des trois agglomérations présentent des objectifs assez voisins, puisque les grandes lignes sont imposées par la législation. Toutefois, des précisions sont plus ou moins apportées à certains projets, témoignant d'un engagement variable des agglomérations.

1.3.1.1. Une élaboration précoce et concertée à La Rochelle

L'agglomération de La Rochelle a été la plus précoce des trois, la démarche d'élaboration ayant débuté bien avant 1996, puisque qu'un premier plan de déplacements a vu le jour en 1984, avant d'être actualisé en 1993. Les PDU avaient en effet été institués dans la LOTI du 30 décembre 1982, mais leur élaboration n'était pas obligatoire jusqu'à la publication de la loi sur l'air de 1996. Dans ce nouveau contexte, le PDU de La Rochelle en vigueur en 2009 a été élaboré à l'échelle de la communauté d'agglomération, soit 18 communes qui correspondent également au Périmètre de Transports Urbains (PTU). Si cet espace est en conformité avec celui du SCOT, lui aussi établi à l'échelle de la communauté d'agglomération, il couvre toutefois une surface bien inférieure à celle de l'aire urbaine, présentée comme la plus représentative des mobilités actuelles (figure 64). Le cas de La Rochelle constitue donc déjà un exemple d'incohérence de construction des politiques de déplacement, associées au découpage politique de la communauté d'agglomération.

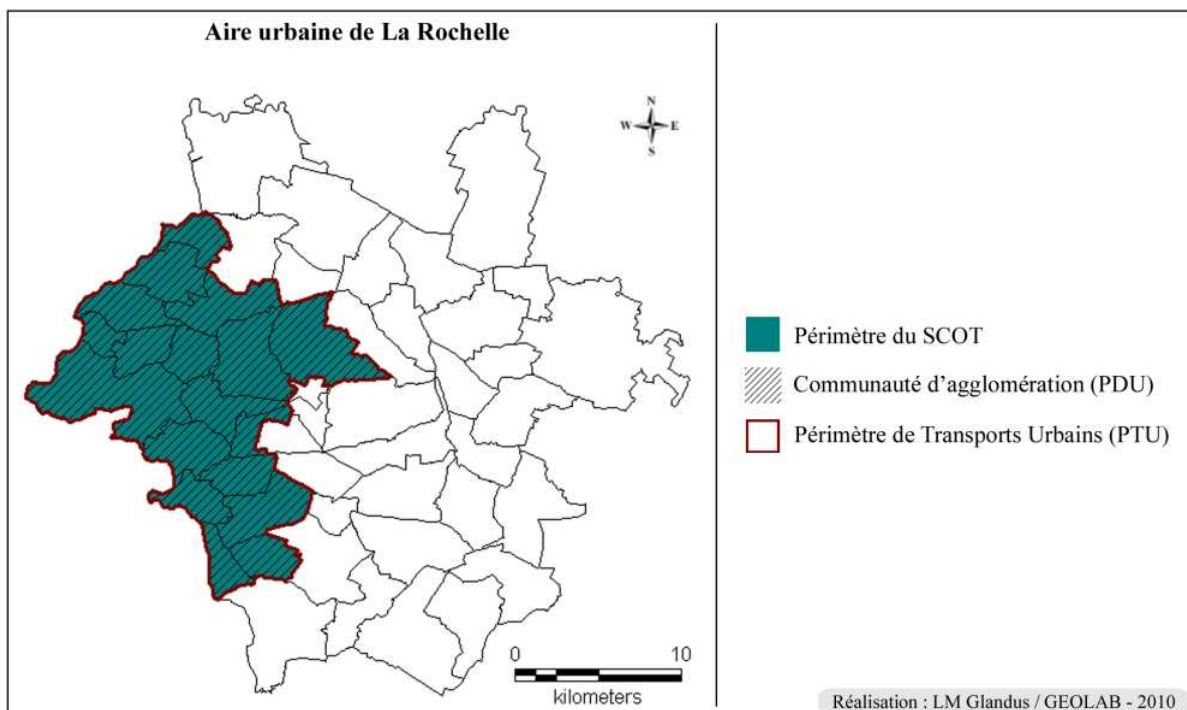


Figure 64 : Incohérence des échelles d'élaboration des politiques urbaines à La Rochelle

Avant l'approbation finale du document le 27 octobre 2000, l'élaboration a été menée par étapes, en tentant d'intégrer les attentes de la population. Des conférences sur les déplacements ont tout d'abord été réalisées dès le printemps 1998, avant que ne soient organisées une campagne d'information et une consultation du public. Ensuite, il faut noter que le PDU de La Rochelle a été élaboré sur la base d'une forte concertation entre les

différents acteurs des transports. Ainsi, sept commissions thématiques ayant pour but de travailler sur un thème précis ont été créées, rassemblant 400 personnes issues de la société civile et de la vie politique : élus, représentants des administrations et des associations (commerçants, chauffeurs de taxis, consommateurs, PMR, promoteurs des déplacements à vélo, défenseurs de l'environnement, ...). Cette volonté de partage a, semble-t-il, favorisé une « bonne appropriation du PDU par la population. » (Certu, 2006). Ce travail mené en mai et juin 1999 s'est accompagné de réunions de la Commission Transports composée d'élus de chaque commune, d'exploitants de sociétés de transports, ... La synthèse des réflexions a ensuite été présentée au public en septembre 1999, puis trois scénarios ont été proposés officiellement en décembre 1999 :

- Scénario 1 : « Le fil de l'eau » ;
- Scénario 2 : « Vers une redistribution de la circulation automobile » ;
- Scénario 3 : « Priorité aux modes alternatifs ».

C'est ce troisième scénario qui a finalement été retenu par le conseil communautaire en janvier 2000. L'enquête publique a enfin été organisée du 13 juin au 18 juillet 2000, avant l'approbation finale du PDU le 27 octobre. Enfin, la révision d'un PDU devant avoir lieu dans un délai de 5 à 10 ans après l'approbation du plan (article 14 de la loi sur l'air), l'élaboration d'un nouveau PDU à La Rochelle a débuté fin 2009, dans une période également marquée par la réalisation du SCOT : cette situation va ainsi permettre une collaboration entre acteurs, de façon à harmoniser le contenu de ces deux documents. Le PDU actuel de l'agglomération rochelaise fait quant à lui référence au schéma directeur car son élaboration a été menée en lien avec la révision du SD.

Les perspectives énumérées dans le PDU de La Rochelle, approuvé en 2000, s'organisent en quatre thématiques au sein desquelles apparaissent plusieurs propositions.

Thème I- Pour un usage raisonné de l'automobile et une diminution des nuisances

- 1- La maîtrise du trafic automobile
- 2- Pour une politique de stationnement favorable aux résidents et aux activités économiques

Thème II- Pour un développement des modes alternatifs à l'automobile

- 1- Le projet du pôle d'échanges intermodal de la gare SNCF
- 2- Le site propre bus
- 3- L'amélioration de la desserte des quartiers d'habitat social
- 4- L'implantation des parcs relais
- 5- Le développement de l'intermodalité
- 6- L'amélioration de l'accessibilité aux transports en commun
- 7- Le tramway expérimental
- 8- Le transport ferroviaire
- 9- Le vélo
- 10- La marche à pied

Thème III- Pour une meilleure cohérence de la politique des déplacements et du développement urbain

- 1- Constats préalables
- 2- Prescriptions du PDU
- 3- Cohérence entre urbanisme et réseau de transport public

Thème IV- Pour l'amélioration du transport des marchandises

- 1- Situation actuelle
- 2- Orientations du PDU

1.3.1.2. Un premier PDU désormais actualisé à Clermont-Ferrand

A Clermont-Ferrand, le premier PDU a été élaboré en 1999 et approuvé en janvier 2001, sous la maîtrise d'ouvrage du Syndicat Mixte des Transports en Commun de l'agglomération clermontoise (SMTC). Il a, en réalité, été conçu dans le prolongement du Schéma Général des Déplacements de l'agglomération clermontoise (SGD) qui avait été engagé par le SMTC en 1995. Ce SGD a été validé comme une démarche PDU en juillet 1997 par les services de l'État, sous réserve d'y ajouter d'autres axes d'étude. Dans le cadre de la réalisation de ce premier PDU, l'instance de décisions était représentée par un comité de pilotage, présidé par le SMTC et constitué de représentants des collectivités locales : les conseils régional et général, le Syndicat mixte d'Étude et de Programmation de l'Agglomération Clermontoise (SEPAC), maître d'ouvrage du SCOT, la communauté d'agglomération mais aussi les élus ou représentants des communes la constituant, la communauté de communes Riom Communauté et l'État. A cela s'ajoutait un comité technique au sein duquel figuraient les mêmes instances que précédemment et des techniciens ayant pour mission de suivre les travaux techniques du PDU. Les institutions ayant pouvoir de décision correspondent aux financeurs du PDU, à des niveaux variables : le SMTC, l'État, le conseil régional et le conseil général participant chacun à hauteur de 20%. Puis viennent le SEPAC, Riom Communauté, Clermont Communauté et la ville de Clermont-Ferrand contribuant chacun à 5% du financement. De plus, une concertation avec les représentants des usagers (regroupés généralement en associations) a été mise en place par le biais de huit groupes de travail constitués par thématiques.

Le premier PDU, encore en application en 2009, a été élaboré à l'échelle du PTU qui constitue donc le périmètre d'application des actions engagées. Le PTU correspond à 22 communes, soit les 21 communes de la communauté d'agglomération, auxquelles la commune de Sayat a été ajoutée en 2003 pour des raisons politiques. Des objectifs généraux, fixés pour l'élaboration du schéma directeur de l'agglomération en 1994, ont servi de base à ceux du PDU. Le schéma directeur prévoyait notamment le développement de certaines zones de l'agglomération en lien avec les infrastructures de transports publics, dans le but de renforcer leurs relations avec le reste de l'agglomération. Cependant, à l'image de ce qui a été constaté à La Rochelle, l'instauration de la politique des déplacements urbains souffre d'une échelle d'application trop réduite, le PTU couvrant un territoire peu étendu par rapport à l'aire urbaine (figure 65). L'addition de la seule commune de Sayat révèle bien la prééminence des choix politiques sur les réalités de fonctionnement des agglomérations.

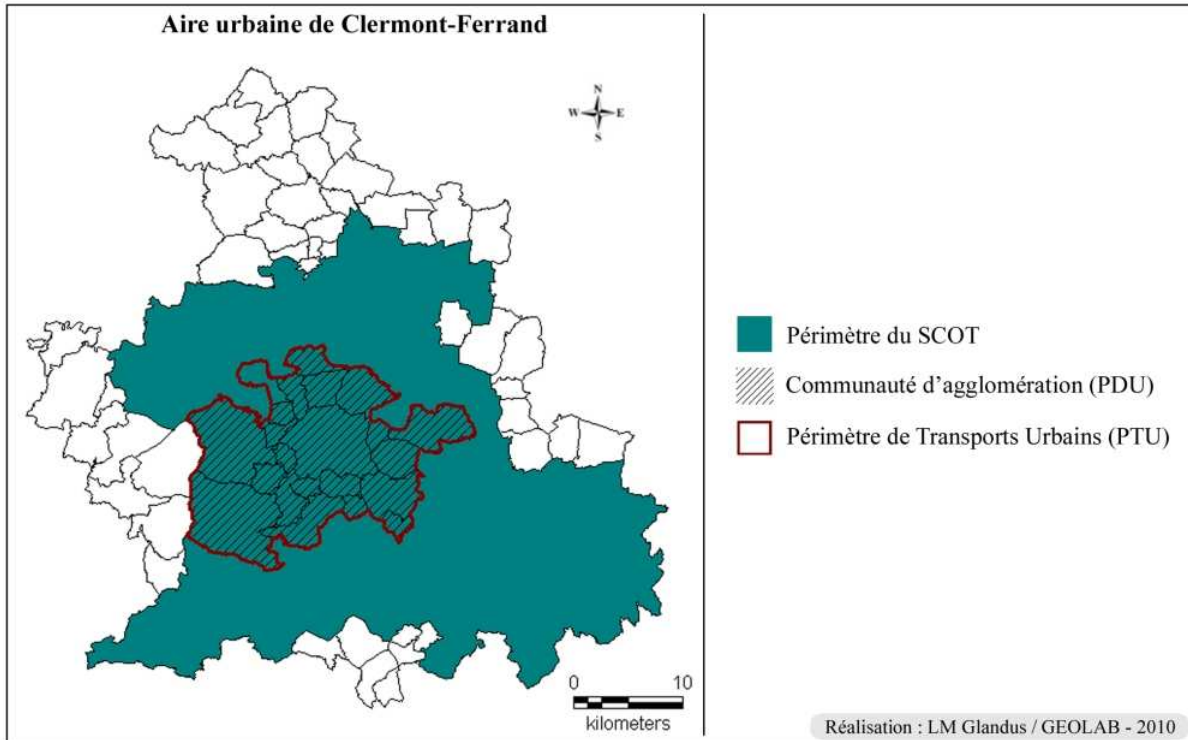


Figure 65 : Incohérence des échelles d'élaboration des politiques urbaines à Clermont-Ferrand

Puis, comme cela est actuellement le cas à La Rochelle, une révision du premier PDU a été lancée en décembre 2005 et un pré-projet a été élaboré en 2007. Cela a été suivi d'une concertation avec tous les partenaires institutionnels et associatifs en 2007 et 2008, via 12 réunions thématiques. Un nombre élevé (130) de partenaires a été invité à chaque étape de l'élaboration : ceux-ci relèvent aussi bien du monde institutionnel (CCI, représentants d'entreprises, communauté d'agglomération, communes, ...) qu'associatif (associations environnementales, d'usagers des transports en commun, de cyclistes, de consommateurs, de personnes handicapées, de comités de quartiers, ...). Des groupes de travail thématiques ont été constitués (transports en commun, transport à la demande, modes doux, plans de déplacements d'entreprise, ...) et une synthèse a été réalisée par un bureau d'études, présentée en septembre 2008 pour recueillir les ultimes réactions. Le projet de nouveau plan de déplacements a été arrêté par le SMTC en mars 2010, puis soumis à enquête publique, avant l'approbation définitive à l'automne 2010. Si cette révision répond à une obligation réglementaire, elle permet également de s'adapter à un nouveau contexte des déplacements et à des besoins supplémentaires. Le champ de réflexion de ce nouveau document s'est établi à l'échelle du Grand Clermont (soit 103 communes regroupées au sein de 9 communautés de communes et de Clermont Communauté) ; cet élargissement correspond mieux aux logiques territoriales de déplacements puisque nombreux sont les habitants à résider dans des espaces éloignés de Clermont-Ferrand et à travailler sur le territoire ou à proximité de la commune centre. Ce nouvel aspect semble, *a priori*, favorable à l'instauration d'actions plus cohérentes. Cependant, la pratique s'éloigne de la réflexion, car le périmètre d'application reste le même : celui du PTU. Pourtant, le SCOT a, lui aussi, été élaboré à l'échelle du Grand Clermont et le SEPAC a pris en compte les actions déclinées dans le PDU pour la construction du SCOT, d'autant plus qu'il y a concomitance entre l'élaboration de ce document d'urbanisme et celle

du nouveau PDU. Profitant de cet avantage, le SMTC a réalisé le "compte déplacements" du SCOT en même temps qu'elle a mené la conception du plan de déplacements.

Le PDU essentiellement pris en considération ici est le premier, validé en 2001. Le nouveau, encore en cours d'élaboration en 2009, ne peut être étudié et seuls les principaux objectifs sont présentés. Les objectifs et actions de ce PDU s'organisent en sept thèmes regroupant plusieurs propositions.

Thème 1- Les transports collectifs

Thème 2- Voiries et circulation

Thème 3- Développement urbain et cohésion sociale

Thème 4- Les piétons et les deux-roues

Thème 5- Le stationnement

Thème 6- L'intermodalité

Thème 7- Les transports de marchandises

1.3.1.3. Une mise en œuvre tardive à Limoges

Enfin, le PDU de Limoges a connu une élaboration plus longue et moins collégiale que les deux précédents. Débutée en 1998, elle a été menée par le Syndicat Intercommunal d'Organisation des Transports de l'Agglomération de Limoges (SIOTAL), à l'échelle du PTU de l'époque regroupant sept communes (Limoges, Condat-sur-Vienne, Couzeix, Feytiat, Isle, Le Palais-sur-Vienne et Panazol). Le SIOTAL a disparu en 2002, avec la création de la communauté d'agglomération Limoges Métropole (qui regroupe 17 communes) et c'est, depuis cette date, la communauté d'agglomération qui est le maître d'ouvrage du PDU. Le PTU a également évolué et correspond depuis 2006 au territoire de la communauté d'agglomération, dont est exclue la commune de Couzeix (à l'origine insérée au PTU) qui a choisi d'appartenir à la communauté de communes L'Aurence et Glane Développement.

A ce titre, les limites inhérentes au territoire des politiques urbaines ressort très nettement : l'incohérence de la communauté d'agglomération Limoges Métropole est particulièrement flagrante (figure 66). Si la totalité des communes des unités urbaines de La Rochelle et de Clermont-Ferrand est intégrée au sein des communautés d'agglomération, ce n'est pas le cas à Limoges. En effet, sur les sept communes constituant l'unité urbaine (et qui constituaient également le SIOTAL jusqu'en 2002), six appartiennent à la communauté d'agglomération Limoges-Métropole. Le refus d'adhésion de la commune de Couzeix, pourtant limitrophe de celle de Limoges, à la communauté d'agglomération, apparaît donc comme une grande faiblesse dans le développement du réseau de transports en commun. Limoges Métropole détenant la compétence d'organisation des transports urbains, Couzeix ne participe pas aux politiques mises en place et se trouve, de ce fait, exclue de la desserte du réseau urbain de Limoges. Il sera donc nécessaire d'étudier les comportements, dans le domaine des transports, de ces deux groupements différents mais dont la proximité tend à laisser envisager une concertation dans les prises de décisions. De plus, les lacunes de cette organisation vont bien au-delà et concernent d'autres communes limitrophes au sein de l'aire urbaine, appartenant à la communauté de communes L'Aurence et Glane Développement (la cartographie de la communauté d'agglomération révèle l'enclave qu'elles constituent), et à la communauté de communes Val de Vienne (à laquelle appartiennent notamment les communes de Verneuil-sur-Vienne et Aixe-sur-Vienne). Les liens de proximité sont donc dans ce cas biaisés par les choix politiques dépassant le cadre rationnel d'organisation de l'espace.

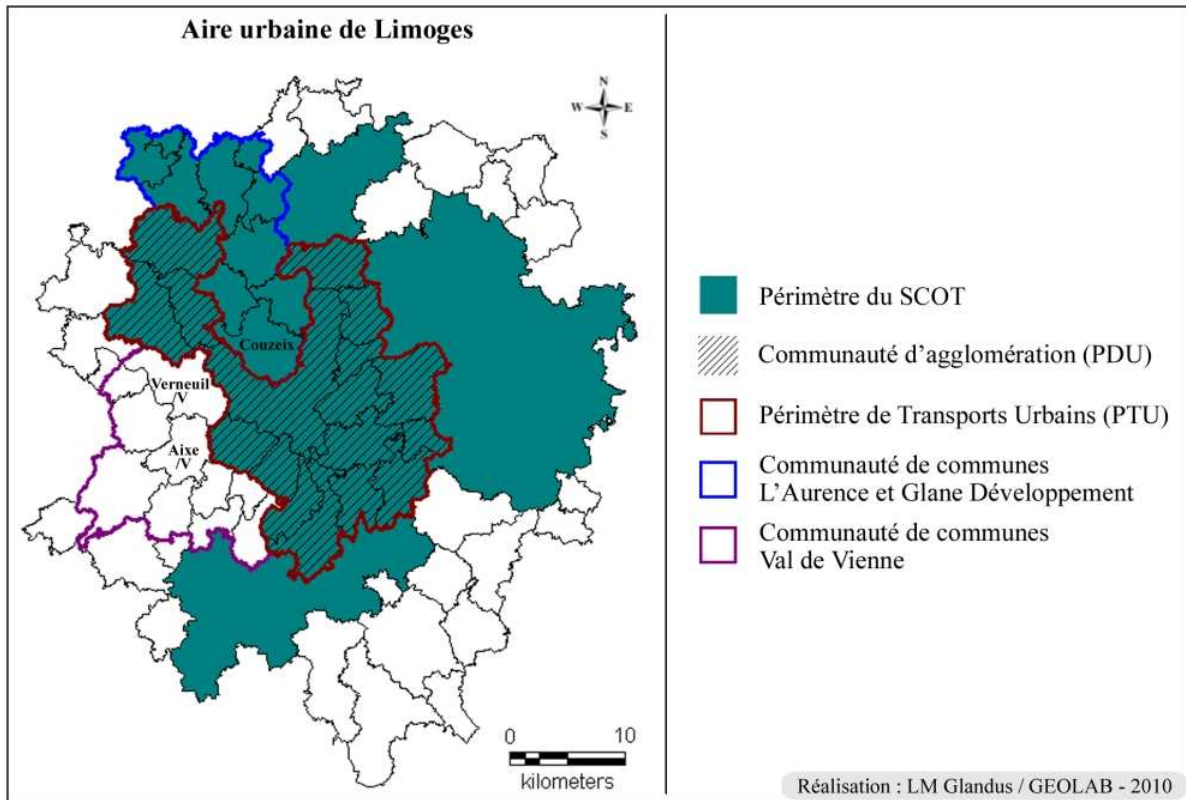


Figure 66 : Incohérence des échelles d'élaboration des politiques urbaines à Limoges

Le projet de PDU a finalement été arrêté en 2002, soit longtemps après le début de son élaboration, puis une enquête publique a été menée fin 2002-début 2003, avant que le PDU ne soit définitivement approuvé en mai 2003. Il devait faire l'objet d'une révision en 2006, mais celle-ci n'a pas encore été réalisée. Ce premier PDU a été élaboré en cohérence avec le schéma directeur, et le futur SCOT tient compte des actions du PDU, ces documents d'urbanisme étant élaborés à l'échelle du territoire du Syndicat Intercommunal d'Etudes et de Programmation de l'Agglomération de Limoges (SIEPAL), qui regroupe 47 communes autour de Limoges (communes de première, deuxième et troisième couronnes, ainsi que des "pôles ruraux"). Dans la perspective de mise en œuvre prochaine du SCOT, un diagnostic est envisagé par le SIEPAL en collaboration avec des partenaires locaux, en vue d'analyser les liens nécessaires entre les nouvelles habitations et la desserte en transports en commun, la localisation des zones d'activités et les déplacements. Dans ce contexte, l'incohérence de l'échelle d'élaboration du PDU ressort clairement, la communauté d'agglomération de Limoges Métropole présentant un espace bien inférieur à celui du SIEPAL, plus représentatif des logiques d'organisation territoriale.

Ce PDU, validé en 2003, comporte quant à lui neuf axes stratégiques, qui se déclinent en plusieurs actions, portant ces dernières à un total de trente-six. On peut noter un développement plus long que celui des deux autres agglomérations, qui relève en réalité de sa présentation mais qui ne témoigne pas pour autant d'objectifs plus élevés et d'une efficacité plus grande.

Axe 1- Renforcer la sécurité des déplacements

- 1- Sécuriser les déplacements

Axe 2- Organiser les territoires pour une meilleure maîtrise des flux de déplacements

- 2- Être compatible avec le SDAL (Schéma Directeur d'Aménagement de Limoges)
- 3- Mettre en cohérence les POS (Plans d'Occupation des Sols) et bientôt PLU (Plans Locaux d'Urbanisme) avec les orientations du PDU
- 4- Assujettir l'urbanisation nouvelle à la desserte en transports collectifs, afin d'encourager la mixité urbaine
- 5- Modifier l'article 12 du POS²⁴
- 6- Renforcer la centralité commerciale et culturelle des communes du PTU

Axe 3- Préserver et valoriser l'environnement – Développer les modes doux

- 7- Favoriser l'insertion des infrastructures nouvelles et initier des actions de rattrapage sur les grands axes existants
- 8- Faciliter le report modal voiture/transports collectifs
- 9- Encourager l'utilisation de la bicyclette
- 10- Renforcer la marche à pied
- 11- Optimiser l'énergie utilisée par les transports collectifs

Axe 4- Développer les transports collectifs

- 12- Développer les transports urbains
- 13- Promouvoir les transports par rail
- 14- Développer les transports collectifs interurbains
- 15- Utiliser les taxis comme alternative
- 16- Favoriser l'intermodalité
- 17- Systématiser l'accessibilité aux personnes à mobilité réduite

Axe 5- Organiser le stationnement

- 18- Développer l'activité économique du centre-ville
- 19- Dissuader le stationnement non générateur d'activité économique dans le centre-ville
- 20- Favoriser le stationnement des résidents dans le centre-ville

Axe 6- Tendre vers une diminution du trafic automobile

- 21- Limiter l'accès au centre-ville pour l'activité économique et les résidents
- 22- Favoriser l'accès des résidents sur la première couronne
- 23- Favoriser l'accès des salariés en deuxième couronne (aux abords des boulevards extérieurs)
- 24- Favoriser la mise en place de plans de mobilité des entreprises

Axe 7- Optimiser l'aménagement et l'exploitation du réseau de voiries

- 25- Détourner le trafic de transit non générateur d'activités économiques et source de nuisances pour l'environnement et le cadre de vie
- 26- Structurer le réseau routier et fluidifier le trafic
- 27- Partager l'Espace Public

Axe 8- Organiser les livraisons de marchandises en ville

- 28- Adapter la réglementation concernant l'accès des véhicules de livraison en centre-ville
- 29- Aménager et protéger les arrêts pour véhicules de livraison
- 30- Rechercher des sites susceptibles d'accueillir des centres de distribution urbaine

²⁴ L'article 12 du POS, relatif au stationnement, pose les règles d'affectation du nombre de places de stationnement dans le cadre d'activités situées dans les constructions ou installations, en fonction de la nature des bâtiments (habitations, bureaux, commerces, hôtels, restaurants, salles de spectacles ou de réunions, salles de sport, stades, établissements hospitaliers, cliniques, établissements d'enseignement, établissements artisanaux).

Axe 9- Sensibiliser les citoyens pour susciter de nouveaux comportements

- 31- Mettre en place un plan de communication
- 32- Informer les usagers sur les alternatives à l'utilisation de la voiture particulière
- 33- Organiser des journées spécifiques
- 34- Inciter les employeurs à la mise en place de plans de mobilité
- 35- Associer les transporteurs pour définir les modalités de desserte du centre-ville
- 36- Mettre en place un observatoire du PDU

1.3.2. Des objectifs communs mais des mises en application inégales

Si les textes et la présentation varient d'un document à l'autre, on peut remarquer que les PDU des trois agglomérations énoncent des finalités similaires. Afin d'inciter la population à délaisser en partie l'automobile, notamment pour les déplacements quotidiens nécessaires, des progrès sont donc tout particulièrement envisagés dans les domaines des transports propres (transports collectifs, marche à pied, bicyclette). Les PDU projettent également une initiative s'inscrivant sur le long terme, en prévoyant de développer un type d'aménagement plus cohérent de la ville et de ses pôles dans le but de réduire les distances de déplacements du domicile au lieu de travail, et du domicile aux zones commerciales.

Cette volonté fait écho à celle inscrite dans le concept de "ville durable", dont l'objectif consiste à s'éloigner du fonctionnalisme issu de la Charte d'Athènes²⁵, qui a été particulièrement prisé dans le développement urbain depuis les années 1960 (Vrain, 2003). A cette organisation doit alors succéder une conception urbaine répondant aux principes de la Charte d'Aalborg, adoptée en 1994 à l'issue de la première conférence européenne des villes durables. Celle-ci prône une densité et une mixité des fonctions urbaines, permettant de réduire les distances de déplacement propres aux zonages et à l'étalement urbain.

De plus, les PDU se fixent des buts dont la nature s'éloigne des seules préoccupations de qualité de l'air, mais relève d'enjeux sociaux et économiques : développement de l'activité économique du centre-ville, renforcement de la sécurité des déplacements et de l'accessibilité des transports en commun aux résidents des quartiers d'habitat social et personnes à mobilité réduite.

On peut ainsi retrouver six objectifs principaux contenus dans ces Plans de Déplacements Urbains :

- améliorer l'offre des transports en commun et étendre les axes de Transports en Commun en Site Propre (TCSP) ;
- restreindre la circulation automobile en centre-ville (notamment le trafic de transit) ;
- gérer le stationnement ;
- partager la voirie entre les modes (voiture, transports en commun, modes doux) ;
- accroître les offres de correspondances intermodales ;
- limiter le phénomène de péri urbanisation.

²⁵ La Charte d'Athènes est issue du IV^{ème} congrès international d'architecture moderne, qui s'est tenu à Athènes en 1933, sous l'égide de Le Corbusier. Le principal concept qui en est issu réside dans la constitution de zones indépendantes dédiées à chacune des quatre principales "fonctions" que sont : la vie, le travail, les loisirs et les transports.

1.3.2.1. L'amélioration de l'offre des transports en commun

L'un des premiers objectifs affichés consiste à étendre le réseau urbain de Transports en Commun en Site Propre (TCSP), ce dispositif impliquant un partage de la voirie qui lui est favorable et une réduction des obstacles induits par la circulation automobile (Certu, ADEME, 2002). En particulier, une première ligne de TCSP de type tramway devait être réalisée à Clermont-Ferrand à l'horizon 2005, reliant les quartiers nord (ZUP de Neyrat et de La Plaine) au campus des Cézeaux au sud, via la place de Jaude et le CHU. Cette ambition s'est véritablement concrétisée avec la mise en service de la ligne de tramway en octobre 2006. Ceci constitue le chantier le plus important depuis la validation du PDU. En parallèle, les lignes de bus ont été redéployées vers les quartiers et communes de périphérie et une deuxième ligne, la ligne B, a bénéficié d'une amélioration particulière avec un accroissement de la fréquence des passages et un aménagement – encore partiel – en site propre. A La Rochelle, le développement des TCSP passe par la création d'une ligne continue en site propre pour les bus. A Limoges, les actions en ce sens sont plus restreintes : des sites propres ont certes été réalisés mais restent très disséminés, ce qui amoindrit fortement leurs avantages.

L'amélioration des réseaux de transports en commun passe également par la modernisation des parcs, qui ont été renouvelés en partie sur les trois agglomérations, ceci permettant un équipement en véhicules moins polluants. De plus, les PDU de La Rochelle et de Clermont-Ferrand envisageaient de promouvoir le réseau ferré pour les transports urbains et interurbains de voyageurs. Cet objectif a notamment conduit à l'ouverture de nouveaux arrêts SNCF et une hausse des fréquences de passage sur les axes La Rochelle/Rochefort et Riom/Clermont-Ferrand/Vic-le-Comte.

D'autre part, les objectifs des PDU ont été élargis au fil des années, en particulier depuis la loi SRU de 2000, qui met en avant la cohésion sociale. Ainsi, les finalités des plans de déplacements dépassent le cadre environnemental de la lutte contre la pollution de l'air en incluant notamment la thématique de l'accès aux transports collectifs pour tous. Les PDU doivent intégrer la loi « pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées », datant du 11 février 2005. L'article 45 de la loi stipule que « la chaîne du déplacement, qui comprend le cadre bâti, la voirie, les aménagements des espaces publics, les systèmes de transport et leur inter modalité, est organisée pour permettre son accessibilité dans sa totalité aux personnes handicapées ou à mobilité réduite. Dans un délai de dix ans à compter de la date de publication de la présente loi, les services de transport collectif devront être accessibles aux personnes handicapées et à mobilité réduite ». De plus, la loi indique que les autorités compétentes pour l'organisation du transport public doivent élaborer « un schéma directeur d'accessibilité des services dont ils sont responsables, dans les trois ans à compter de la publication de la présente loi ». Ce dernier fixe « la programmation de la mise en accessibilité des services de transport » et définit « les modalités de l'accessibilité des différents types de transport ».

La mise en œuvre de ce schéma est achevée depuis peu à Limoges et Clermont-Ferrand. L'agglomération de La Rochelle est, elle, à l'origine d'une politique active de mise en accessibilité du réseau de transports publics aux PMR. La communauté d'agglomération a mis en place son schéma directeur d'accessibilité du réseau de transports urbains dès 2004 et l'a approuvé en 2006, anticipant de ce fait la loi du 11 février 2005. Cette politique a été inscrite dans le PDU et s'était déjà traduite par la publication d'un "guide de bonnes pratiques de voirie piétonne pour optimiser les déplacements des personnes à mobilité réduite". Puis, en 2003 a été publié un "guide de l'accessibilité aux transports publics rochelais" et en 2004 le "schéma directeur d'amélioration de l'accessibilité pour les personnes à mobilité réduite aux transports publics de la communauté d'agglomération de La Rochelle" a été validé. Suite à cela, quatre groupes de travail ont été mis en place, selon les types de déficiences rencontrées

(motrice, visuelle, auditive et vocale, mentale et psychique) et une commission transports "spéciale accessibilité" a été créée, tout ceci s'appuyant sur une concertation entre les communes, les transporteurs et les associations (Certu, 2006). La communauté d'agglomération de La Rochelle a d'ailleurs été récompensée pour ses investissements en 2007 par le Grand Prix de l'accessibilité du 16^{ème} palmarès de Ville et Transports Magazine. A Clermont-Ferrand, le SMTC a aussi développé sa politique d'accessibilité en partenariat étroit avec les associations représentatives des handicaps. Les 60 associations concernées valident ainsi toutes les actions et traitent toutes les remarques proposées. Avant l'élaboration du schéma directeur, une "charte de mise en accessibilité du réseau urbain 2006-2010" a été signée en 2005 par le SMTC et le collectif départemental regroupant les associations, cette charte devant servir de base à la conception du schéma directeur (Certu, 2006).

1.3.2.2. La restriction de la circulation automobile en centre-ville

Le but principal consiste dans ce cadre à renforcer les fonctions de centralité commerciales et culturelles des cœurs historiques comme des centres-bourgs, ainsi que d'optimiser les livraisons de marchandises.

La protection de l'espace central est donc au cœur des propositions des PDU. La finalité est de limiter la circulation automobile en centre-ville, sans pour autant lui en interdire l'accès. Cela passe donc par une réduction des capacités de voirie sur les axes pénétrant en centre-ville, via la transformation d'axes à 2×2 voies en 2×1 voies, la création de voies réservées aux transports en commun et aux vélos, ainsi que l'extension de la piétonisation de quelques secteurs. Mais ces aménagements, s'ils permettent de réduire le trafic, génèrent un report de celui-ci vers l'extérieur. A ce titre, il est envisagé de proposer des boulevards de contournement entourant totalement l'aire centrale. Le PDU de La Rochelle précise que son projet consiste à réaliser des boucles de circulation afin de mieux canaliser les flux dans une perspective de contournement de la ville. Cette organisation permet de s'approcher du centre-ville mais non de le traverser. Dans ce contexte, les voies doivent être aménagées de façon à limiter la vitesse de circulation des voitures (chicanes, ronds-points, ...). Cette nouvelle organisation de la voirie a pour vocation de générer des contraintes pour les automobilistes en réduisant l'espace qui leur est réservé. Cela peut ainsi permettre de limiter l'usage de la voiture, donc la circulation automobile, et d'autoriser de meilleurs déplacements cyclables et piétonniers. Il est donc également envisagé de redistribuer l'espace aux TCSP et modes doux, sur le modèle de partage de voirie, afin que les modes moins polluants se réapproprient cet espace. Mais au-delà de la limitation de la pollution, ces changements visent la dynamisation des centres-villes en termes d'habitat. Le but d'une telle protection est en effet de renforcer le potentiel attractif des espaces centraux par une amélioration de leur cadre de vie : la baisse démographique observée dans les centres-villes depuis plusieurs années pourrait être enrayerée. Ainsi, la densification de l'habitat attendue pourra rapprocher les habitants des commerces et services de proximité, très présents au sein de ces espaces, ceci contribuant à s'adapter aux principes de la ville durable.

L'application de telles méthodes est aussi prévue sur les communes de périphérie. Le but principal est ici de limiter le trafic dans les centres-bourgs, via un réaménagement des axes de circulation de contournement, d'offrir de meilleures conditions de déplacements aux bus, piétons et deux-roues non motorisés et de réaliser des liaisons intercommunales.

Cependant, les réductions de voirie ont été faibles jusqu'à présent et, par opposition à la protection de l'espace central, les PDU envisagent également de requalifier l'espace public en reliant différents espaces de l'agglomération par de nouveaux axes de circulation. A Limoges, la voie de Liaison Sud a été achevée en 2006 : d'une longueur de 3 900 m, reliant le carrefour du Clos-Moreau à la rue de Toulouse, cette voie a pour principales fonctions de

revitaliser le secteur sud de l'agglomération, et en particulier le parc d'activités Magré-Romanet, ainsi que de relier les boulevards urbains à l'autoroute A20. A Clermont-Ferrand, la création du boulevard sud-ouest est inscrite comme une priorité : en 2009, les terrains nécessaires ont été soumis à préemption, mais le projet reste néanmoins en suspens pour des raisons politiques. Enfin, à La Rochelle, le PDU prévoit de favoriser l'utilisation de la rocade, route express à 4 voies, pour rendre la circulation urbaine plus sûre et plus fluide : le but est d'en faire une infrastructure urbaine de distribution de l'agglomération, avec une limitation de vitesse à 90 km/h.

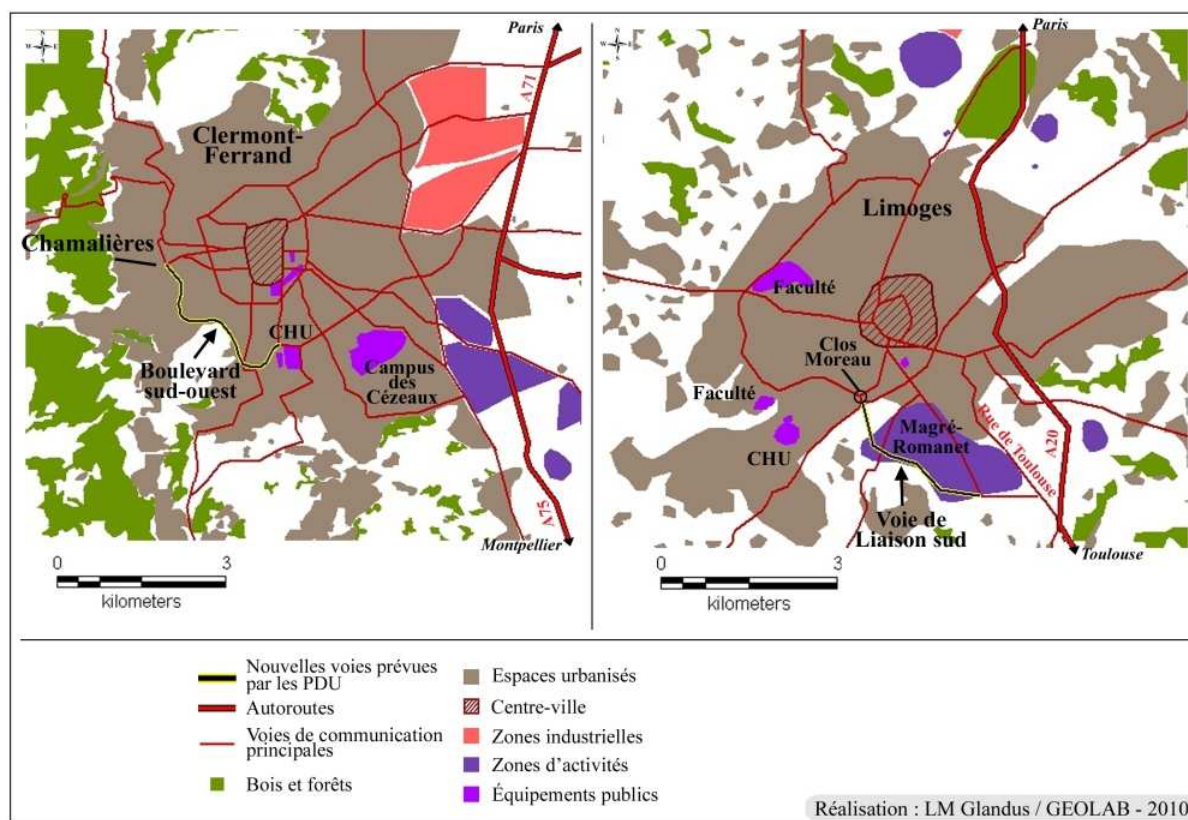


Figure 67 : Nouveaux axes de circulation prévus par les PDU à Clermont-Ferrand et Limoges

D'autre part, les principales actions envisagées consistent à détourner le trafic de marchandises de transit du centre-ville et des centres-bourgs en le réorientant vers des voies de contournement et de faciliter le stationnement à proximité des commerces et centres commerciaux. Le PDU de Clermont-Ferrand évoquait également la possibilité de mettre en place un Centre de Distribution Urbaine multimodal en bordure du centre-ville et des véhicules électriques pour les livraisons, afin de les optimiser et baisser ainsi les émissions polluantes. Cependant, cette proposition n'a pas encore vu le jour et figure toujours dans les objectifs du nouveau PDU. C'est ce modèle qu'a développé l'agglomération de La Rochelle depuis 2000, conformément aux objectifs fixés par son PDU. Il s'agit d'un système de véhicules électriques, nommé Elcidis (Electric City Distribution System). Les marchandises sont déposées sur une plate-forme de groupage située en bordure du centre-ville ; puis, elles sont livrées au centre par des véhicules électriques et leurs distributions organisées rue par rue. De plus, ces mêmes véhicules peuvent amener à la plate-forme les marchandises destinées à être livrées hors de La Rochelle ou dans d'autres quartiers. Les objectifs sont ici de limiter la paralysie du trafic généré par l'arrêt des camions en double file et surtout d'éviter la

pollution atmosphérique issue des poids lourds et les nuisances qui l'accompagnent (sonores notamment).

1.3.2.3. La gestion du stationnement

Dans le but d'optimiser l'organisation du stationnement, ces trois PDU distinguent trois types de stationnement en fonction de leurs motifs :

- le stationnement des résidents ;
- le stationnement courte durée lié aux activités commerciales ;
- le stationnement longue durée des travailleurs.

Si l'objectif principal doit tendre vers la réduction de l'usage de la voiture particulière, d'autres finalités sont aussi envisagées : l'amélioration du stationnement des résidents et le maintien, voire le renforcement, de la vitalité économique des commerces du centre-ville. Une nouvelle fois, les finalités des PDU s'éloignent du cadre environnemental pour intégrer les principaux enjeux commerciaux touchant les centres urbains, face à la concurrence des vastes surfaces de vente périphériques. Cette volonté rejoint également les objectifs d'aménagement de la ville compacte, permettant de rapprocher zones de résidence et de consommation. Cependant, ce modèle de développement comporte des limites quant à ses effets sur la qualité de l'air. Une ville compacte peut en effet conduire à une intensification des flux de mobilité et une congestion plus importante des axes, en obligeant une large partie des résidents à parcourir de grandes distances pour atteindre les espaces situés en périphérie (Tannier, 2009) et inversement.

Les politiques des communes centres, espaces sur lesquels cet axe relatif au stationnement doit essentiellement porter, préconisent une stabilisation, voire une diminution, de l'offre totale de stationnement (parcs et voirie). L'un des principaux buts poursuivis est de favoriser le stationnement des résidents, de jour comme de nuit, et le stationnement courte durée dans les zones commerciales centrales en offrant une tarification avantageuse. A l'inverse, le stationnement longue durée des pendulaires, désavantageant la rotation des véhicules et donc la fréquentation des commerces, doit être dissuadé. Concrètement, cela doit se traduire, sur voirie, par une extension de la zone payante et une limitation de durée pour une meilleure rotation. L'implantation de parcs relais en bordure de l'espace central, proposant stationnement et usage des transports en commun, peut offrir une alternative à la voiture et réduire l'entrée des automobilistes en centre-ville. Dans ce cadre, un système tarifaire attractif doit être instauré afin de privilégier l'usage couplé du stationnement en parc relais et des transports publics. Ce dernier projet repose donc toujours sur une même idée : celle de repousser les flux automobiles hors du centre-ville, en encourageant le stationnement en bordure de l'espace central et en permettant un report modal voiture-transports en commun entre ces parcs et le centre-ville.

Enfin, si le stationnement longue durée doit être diminué, l'accueil des "visiteurs" doit être amélioré en facilitant l'accès des parkings grâce à un fléchage et des informations en temps réel sur la disponibilité des places. La finalité recherchée ici semble claire : favoriser, ou du moins ne pas trop contraindre, la venue des clients potentiels en centre-ville, afin de dynamiser la fréquentation des commerces et des activités touristiques, permettant une plus grande croissance économique de cet espace. L'extension des zones de stationnement courte durée vise également ce même objectif, la rotation des véhicules permettant à un plus grand nombre de personnes de se rendre dans la zone centrale de la ville. Cela peut apparaître comme une limite du point de vue environnemental, si l'on considère que la panacée réside dans une interdiction des quartiers centraux aux véhicules à moteur. Cependant, force est

d'admettre que des changements trop précipités ne sauraient être acceptés par la population d'une part, mais aussi et surtout par les commerçants du centre-ville qui redoutent déjà les nouvelles orientations des politiques actuelles de stationnement. On ne peut légitimement pas interdire la venue des automobilistes en centre-ville pour des motifs d'achats ou de visites. La réduction du stationnement longue durée constitue déjà un première avancée permettant d'écarter une partie des usagers. La diminution progressive de la venue des voitures dans l'espace central pourra alors s'opérer par le biais de mesures de dissuasion et d'incitation, non d'interdiction.

1.3.2.4. Le partage de la voirie entre les modes de transport

L'objectif des PDU est de diminuer la place accordée à la voiture en ville. Ainsi, pour chaque nouvelle voie, un partage de la voirie entre transports en commun, voitures et vélos doit théoriquement être réalisé. C'est par exemple ce qui a été effectué avenue de la République à Clermont-Ferrand (figure 68). Avant la mise en place du tramway, cette avenue présentait quatre voies de circulation. Désormais, les voitures circulent sur deux voies et le reste de la chaussée revient au tramway et aux cyclistes.

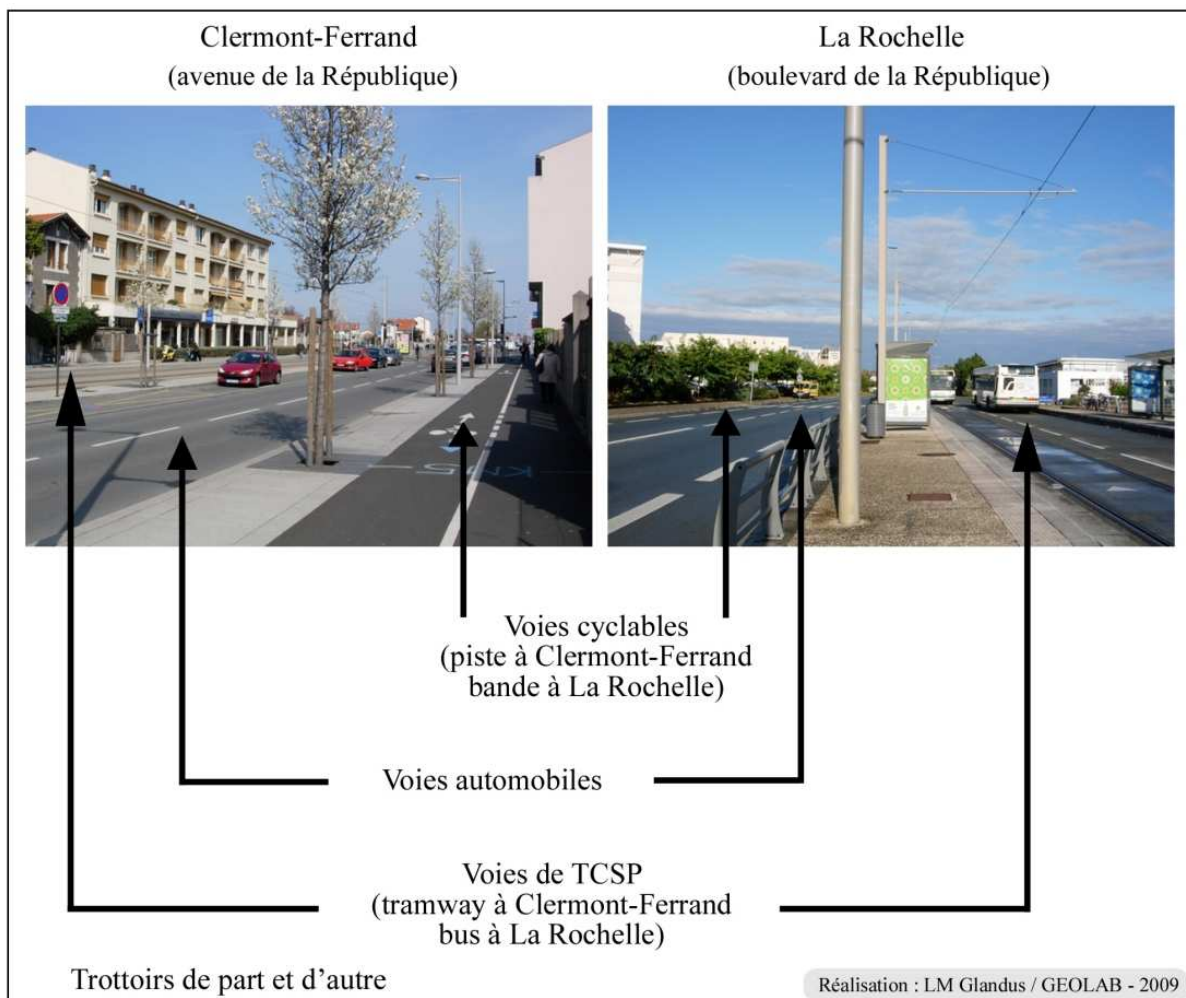


Figure 68 : Exemples de partages de voirie à Clermont-Ferrand et La Rochelle
(Photos : LM Glandus)

Les prescriptions du PDU visent aussi à améliorer la sécurité et le confort des déplacements cyclables et piétonniers, avec pour objectif d'accorder à ces modes doux une place importante, notamment au niveau de la ville centre et des noyaux urbains de périphérie. A plus long terme, la volonté de rapprochement entre habitat et commerces/services devrait être propice à la pratique de ces modes doux. Le développement des modes de déplacements deux-roues non motorisés doit passer par l'instauration d'un maillage et d'une continuité des réseaux, l'implantation de parcs sécurisés pour vélos dans les lieux publics et les pôles d'échanges, sur les communes centres comme sur leur périphérie, ainsi que la création de zones 30. Par ailleurs, les PDU prévoient également l'extension des zones piétonnières des espaces centraux, l'élargissement de certains trottoirs et la sécurisation des traversées de voies routières.

Conformément aux projets présentés dans le plan de déplacements de La Rochelle, l'offre de location de vélos et de voitures électriques s'est étendue. Il en est de même à Clermont-Ferrand, où la place accordée au vélo a augmenté, via un nouveau plan de circulation prônant le partage de la voirie et la création d'aménagements cyclables. Une offre de location de bicyclettes en centre-ville a été mise en œuvre et le nouveau PDU envisage son extension ; ce système fonctionne relativement bien jusqu'à présent mais est limité par le faible nombre d'agences. Cependant, les itinéraires cyclables restent modestes à Clermont-Ferrand comme à Limoges, où très peu d'améliorations sont constatées. De plus, si la continuité des cheminements piétons – limitant les ruptures dans les itinéraires – était particulièrement prévue à La Rochelle, on peut aujourd'hui constater qu'elle n'y est pas encore bien existante.

1.3.2.5. L'accroissement des offres de correspondances intermodales

L'amélioration de l'offre de transports publics passe non seulement par une évolution du réseau urbain, mais aussi par l'accroissement des liens entre réseaux et modes de transports. La création d'espaces intermodaux a pour vocation de favoriser les passages d'un mode de transport à un autre. Il est donc nécessaire d'améliorer les connexions entre les différents réseaux de transports desservant l'agglomération, par le biais de pôles d'échanges et de titres de transport uniques. A La Rochelle, le principal projet d'intermodalité allait dans le sens d'une coopération entre Autorités Organisatrices des Transports Urbains (AOTU) et a abouti à la création d'une communauté tarifaire, se traduisant notamment par la mise en place d'un titre de transport unique permettant aux voyageurs d'utiliser tous les modes de transports publics. A Limoges et Clermont-Ferrand, le partenariat entre agglomération, conseil régional et SNCF a permis de proposer des billets combinés aux usagers. Des pôles d'échanges ont quant à eux été créés aux niveaux des gares de Limoges et Clermont-Ferrand. Néanmoins, la réalisation d'un pôle d'échanges intermodal à la gare SNCF de La Rochelle reste encore à l'état de projet.

En outre, l'intermodalité passe par l'association voiture/transports en commun. Celle-ci peut s'opérer au moyen de parcs relais, qui proposent des tarifs couplant stationnement et trajet en transports collectifs. Les trois agglomérations ont réalisé des parcs relais, mais leurs nombres et leurs tailles varient, de même que leurs gestions.

1.3.2.6. La limitation du phénomène de péri urbanisation

Dans un contexte de péri urbanisation croissante depuis de nombreuses années, l'objectif principal fixé pour les années à venir consiste à réduire les distances séparant l'habitat des activités. Ainsi, la concentration des zones résidentielles et d'activités permet de

favoriser l'usage des modes doux pour les courts trajets et des transports en commun pour les trajets plus longs. Concrètement, les actions du PDU doivent s'orienter vers la poursuite de la transformation des secteurs en mutation et la réhabilitation du parc ancien. La construction de logements pavillonnaires pourra se poursuivre mais devra se limiter à des secteurs déjà urbanisés et situés à proximité d'axes de transports en commun (bus, train), dans le but de restreindre le phénomène de mitage. Enfin, la mixité des fonctions (habitat, commerces et services de proximité), mise en avant par la loi SRU, doit être promue au sein des centres-villes et centres-bourgs, ainsi que des quartiers résidentiels, dans le but de renforcer leur attractivité, de réduire la longueur des déplacements et d'encourager de ce fait le recours aux transports en commun ou la pratique des modes doux. La limitation de capacité des voiries à destination des espaces centraux et le choix de contournement vont dans le sens d'une requalification des centres.

En outre, il est prévu d'intégrer les problèmes liés aux déplacements à la planification urbaine ; ainsi, la maîtrise du développement péri urbain trouve sa place au sein des politiques d'urbanisme. Les schémas directeurs encore en vigueur et les futurs SCOT se fixent comme objectifs de recentrer le logement sur les bourgs et les centres-villes afin d'éviter le mitage. Les pôles existants doivent être renforcés pour limiter la dispersion désordonnée, peu compatible avec une desserte rentable par les réseaux de transports. Plus particulièrement, le schéma directeur de l'agglomération de La Rochelle préconise trois actions pour répondre à la péri urbanisation croissante : le renforcement de la centralité, la densification des centres bourgs et la conservation des coupures naturelles. Le PDU envisage notamment de concentrer l'urbanisation autour des axes de transports en commun : cette volonté doit concerner 60% des constructions sur les communes de première couronne et 40% sur celles de deuxième couronne. Ces nouvelles orientations sont, de plus, inscrites dans les documents d'urbanisme et transparaissent notamment dans les Projet d'Aménagement et de Développement Durable (PADD). Cela paraît indispensable dans l'optique d'une réelle mise en application de ces limites de construction de la part des communes de l'agglomération. Mais cet élément témoigne, une fois encore, d'objectifs dépassant le cadre de la lutte contre la pollution atmosphérique. La volonté de limiter la péri urbanisation répond en effet aux préoccupations actuelles de diminution des émissions de gaz à effet de serre, et notamment de CO₂, ainsi qu'à la nécessité de s'orienter vers des modes de transport moins consommateurs de pétrole.

Les PDU indiquent ainsi que l'implantation à venir des zones d'activités commerciales, artisanales et industrielles, ainsi que des zones d'habitation, doit tenir compte de l'offre existante en transports publics. Tous ces espaces générateurs de déplacements quotidiens doivent bénéficier d'une desserte en transports alternatifs. Quant aux quartiers résidentiels déjà existants, ils doivent profiter d'une bonne liaison en transports collectifs avec le reste de l'agglomération et le réseau doit ainsi s'adapter en renforçant sa desserte. L'objectif énoncé est de bien relier entre eux, par l'intermédiaires des transports publics, et notamment des TCSP, les pôles prépondérants des agglomérations : zones résidentielles principales, zones d'activités, centre-ville.

A La Rochelle, il est par ailleurs envisagé d'augmenter progressivement le trafic ferroviaire desservant le port de commerce de La Pallice. Pour dynamiser l'activité du fret, les infrastructures ferroviaires de l'agglomération doivent évoluer : la réalisation d'une ligne de contournement par le nord est proposée, celle-ci permettant de relier le port de La Pallice à la ligne La Rochelle-Nantes en évitant les espaces bâtis. Ce projet reste en suspens pour l'instant, mais à plus long terme, ces ressources ferrées pourraient permettre d'opérer un transport de voyageurs et de canaliser le long des voies des espaces d'urbanisation et d'activités.

On peut retenir quatre principaux objectifs visés par les PDU des trois agglomérations, en considérant malgré tout que ceux-ci ne peuvent être atteints qu'au moyen d'une réalisation combinée des diverses actions.

- Le premier consiste à inverser les tendances passées en augmentant la mobilité des transports en commun et des modes doux, et non celle des voitures.
- Le deuxième est la stabilisation du trafic automobile aux centres des villes, puis sa diminution, ceci passant par des mesures strictes de maîtrise du trafic et notamment une gestion du stationnement permettant de réduire le trafic de transit. La réduction de la place de l'automobile doit s'accompagner d'un élargissement de l'espace accordé aux transports en commun, à la marche à pied et aux vélos. Cependant, aucune précision quantitative n'est exprimée quant à la baisse de la circulation en centre-ville.
- De plus, les PDU évoquent la nécessité de sensibiliser la population aux problèmes de la mobilité automobile, via la communication d'informations relatives à la pollution et à ses enjeux, ainsi que des actions menées auprès des publics scolaires, étudiants et salariés des entreprises. Dans ce cadre, l'instauration de Plans de Déplacements d'Entreprise ou d'Administration (PDE/PDA) n'est que rapidement suggérée dans les trois documents. Le développement du covoiturage est quant à lui évoqué succinctement mais aucune action spécifique n'est envisagée. Les initiatives relèvent seulement d'associations locales qui mettent des sites Internet à disposition des usagers. Le site www.covoiturage17.com à La Rochelle a été créé à l'initiative des intercommunalités de La Rochelle, Rochefort et de la Plaine d'Aunis. A Limoges, le conseil général de Haute-Vienne propose le site www.covoiturage87.com. Enfin, une association locale de Clermont-Ferrand a conçu le site www.covoiturageauvergne.net. Ces plates-formes télématiques proposent de mettre en relation gratuitement les personnes intéressées par ce système et dont les trajets sont similaires.
- Enfin, l'objectif de qualité de l'air lui-même, qui conditionne à la base la mise en œuvre des PDU, n'est que très rapidement abordé. A La Rochelle, il est mentionné que « les objectifs sont de diminuer l'importance des populations exposées à des taux supérieurs aux valeurs moyennes annuelles de la directive européenne sur l'air ». Aucun chiffre précis de mesure n'apparaissant, cet objectif reste flou et sera de ce fait difficile à interpréter. Le PDU de Clermont-Ferrand s'attache, lui, à contribuer à l'amélioration de l'environnement. La qualité de l'air, qui doit normalement se situer au cœur des préoccupations du document, n'est cependant pas uniquement prise en considération. Le PDU fait en effet référence à la qualité de vie plus qu'à la qualité de l'air, en prenant en compte la sécurité des déplacements, les nuisances sonores et le paysage urbain. L'ensemble des actions présentées a donc pour vocation d'améliorer tous ces critères.

Il transparaît donc que la recherche d'une moindre pollution atmosphérique urbaine ne constitue pas le fil conducteur unique des plans de déplacements. Les thématiques en vogue que sont le réchauffement climatique et la maîtrise énergétique trouvent ainsi une place dans les actions prônées par ces documents. Cette situation montre bien que les aménagements prévus permettent de répondre à la fois aux problèmes issus de l'émission des principales substances polluantes en milieu urbain (monoxyde de carbone, dioxyde d'azote, particules en suspension, ...), de la production de dioxyde de carbone et de la consommation de l'énergie non renouvelable qu'est le pétrole.

D'autre part, le PDU de Clermont-Ferrand est le seul à présenter une évaluation prospective comparant le "scénario PDU" à la situation "fil de l'eau" qui représente le maintien de la situation actuelle sans aménagements spécifiques. Selon cette évaluation, en

1995 et 2010, l'usage de la voiture particulière augmenterait de 14% dans le cas de la situation "fil de l'eau" et de seulement 11% dans le cas du "scénario PDU". Quant aux transports en commun, la situation "fil de l'eau" conduirait à une baisse de leur usage de 2% alors que le "scénario PDU" permettrait une hausse de 28%. Les écarts dans les usages paraissent donc importants, laissant entendre que le PDU apporterait de grands changements dans les déplacements quotidiens. Toutefois, ces projections optimistes dépendent des choix des habitants et des aménagements réellement mis en œuvre en faveur des transports publics. Les chiffres publiés en 2008 montrent que la réalité ne correspond pas aux prévisions.

Enfin, la création d'un observatoire du PDU n'est pas obligatoire, mais elle est néanmoins utile en vue de l'élaboration du bilan du PDU. Celui de La Rochelle a été créé en 2000, avec pour mission principale le suivi des actions réalisées, en cours et à venir. Une grille de 71 indicateurs a été définie par les principaux acteurs concernés. Un comité de pilotage a ensuite été institué, dont le rôle est de veiller au respect des engagements pris, de suivre la réalisation des projets annoncés et l'évolution de l'usage des transports, ainsi que d'organiser l'information et la concertation des citoyens. Les résultats publiés servent ainsi de base à la réalisation du nouveau PDU.

En 2001, l'agglomération de Clermont-Ferrand a, à son tour, mis en place un "Observatoire des déplacements du Grand Clermont". Tous les acteurs des déplacements y participent au travers de réunions régulières dont les évaluations, effectuées par le biais d'une centaine d'indicateurs touchant tous les modes de transport, seront exploitées pour le futur suivi du nouveau PDU. La situation de référence utilisée dans le cadre du suivi (afin de comparer la situation des déplacements avant la mise en place du PDU et après quelques années d'actions) est celle de l'enquête ménages déplacements réalisée en 2003. En outre, à cet observatoire plutôt d'ordre technique s'ajoute une "Conférence des déplacements" constituant un organe plus politique regroupant les quatre AOTU existant à l'échelle du Grand Clermont : le SMTC, Riom Communauté et les conseils régional et général. Le but de ce travail partenarial est d'améliorer l'inter modalité entre les réseaux de transport à l'échelle du Grand Clermont. Ceci constituera également un outil de suivi du nouveau PDU en complément de l'observatoire des déplacements.

Quant à l'agglomération de Limoges, elle se pose de nouveau en retrait par rapport aux deux autres ; en effet, elle ne possède pas encore d'observatoire de son PDU.

Les Plans de Déplacements Urbains renferment donc un contenu aux multiples limites. Celles-ci concernent en tout premier lieu le périmètre d'application : le choix de la communauté d'agglomération manque de cohérence dans le contexte d'une péri urbanisation toujours plus étendue induisant des trajets quotidiens entre la commune centre et des communes de l'aire urbaine tout entière. *A fortiori*, les périmètres de ces groupements intercommunaux manquent cruellement de logique spatiale relative aux mobilités. D'autre part, des imprécisions transparaissent quant à la diminution du trafic automobile, volonté communément exprimée mais présentant des objectifs restrictifs. Dans les PDU, « la détermination du territoire sur lequel l'automobile doit se faire plus discrète est laissée à l'appréciation locale. Cet objectif est beaucoup plus simple à concrétiser en centre-ville, dans la ville centre, que sur l'ensemble de l'agglomération, *a fortiori* l'aire urbaine » (Certu, ADEME, 2002). Ainsi, les Plans de déplacements semblent plutôt axer la baisse de la circulation routière en centre-ville, laissant libre l'usage de l'automobile sur les espaces péri urbains. On peut en effet noter que les desseins affichés par les communautés d'agglomération n'ambitionnent pas de réduire fortement la circulation automobile, mais

plutôt de la déplacer des centres-bourgs et du centre-ville des communes centres vers des axes de contournement.

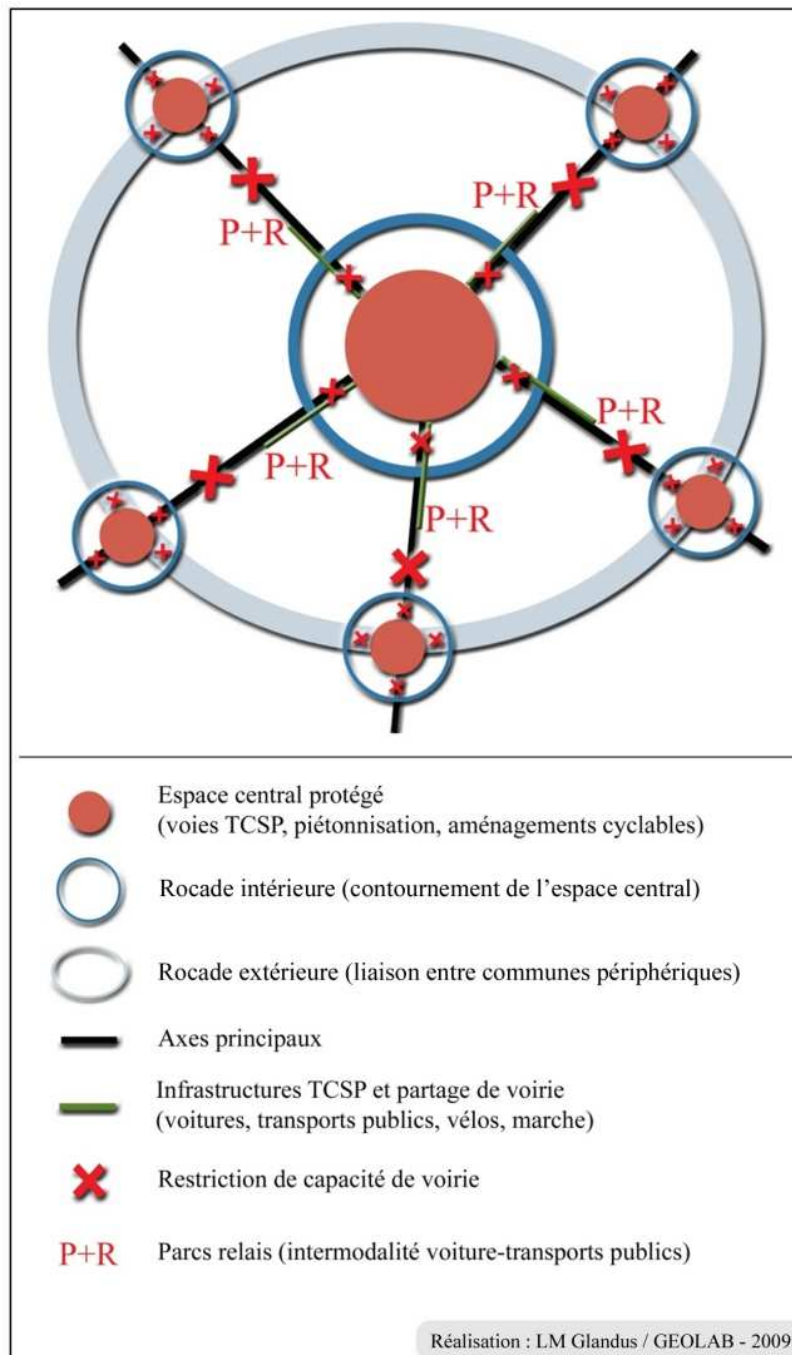


Figure 69 : Modèle d'organisation de la circulation urbaine proposé dans les PDU des agglomérations de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand

Comme le précise Offner (2003), un schéma dual est entrevu : un centre-ville plutôt organisé sur un modèle valorisant les transports en commun et les modes doux, la restriction du stationnement, ainsi que le partage de la voirie, et un espace péri urbain axé sur la primauté de l'automobile et les vastes infrastructures routières. Les projets de réalisation de nouveaux axes de circulation laissent d'ailleurs transparaître la volonté des aménageurs de ne pas contraindre les automobilistes, bien au contraire : « Moins de voitures avec plus de voirie : un pari ? » (Certu, ADEME, 2002). Il est vrai qu'il est difficilement concevable que les citoyens se restreignent eux-mêmes face à une offre routière améliorée. Pourtant, ces desseins vont à l'encontre du concept de ville durable, visant à réduire la dépendance à la voiture dans un contexte de réchauffement climatique et de "fin du pétrole". Ils semblent également ne pas être compatibles avec le développement de villes compactes, privilégiant la mixité des fonctions et la limitation de l'étalement urbain. Cependant, on ne peut considérer la ville compacte comme un modèle parfait. Si la densification urbaine peut se révéler positive quant à l'accès aux transports, l'équité sociale et la revitalisation économique des centres-villes, elle peut également s'avérer handicapante pour d'autres aspects. D'une part, la forte densité des habitations conduit à une réduction des espaces de vie, qui peut être perçue comme néfaste à la qualité de vie. D'autre part, le développement d'une ville compacte est susceptible d'entraîner une hausse des prix des logements et d'accroître la congestion routière (Burton, 2000). De plus, il semblerait que ce modèle ne corresponde pas aux attentes des populations et qu'il soit difficile et long à mettre en place après des décennies de péri urbanisation (Breheny, 1997).

En parallèle, les projets consistent à développer les modes alternatifs, de façon à limiter l'usage du véhicule particulier au quotidien, au profit des transports publics, du vélo et de la marche. Ces déplacements des flux de circulation semblent de toute façon inévitables, compte tenu de la place qu'occupe l'automobile dans les modes de vie actuels. Mais l'objectif de baisse de l'usage de la voiture peut cependant être atteint à condition que des offres de déplacements performants en modes alternatifs soient proposées. Si cela est le cas, la qualité globale de l'air de l'agglomération pourra s'en trouver améliorée, ceci permettant par là même aux agglomérations d'intégrer les enjeux globaux liés, principalement, au climat. Dans le cas contraire, si les actions ne permettent qu'un report du trafic hors des centres, la baisse de pollution ne sera ressentie que dans les espaces centraux. En conséquence, les niveaux moyens de pollution de fond au sein de l'agglomération risqueront de se stabiliser, sans gain réel de qualité de l'air pour les populations.

1.4. Une présence encore prééminente de la voiture : l'efficacité des PDU en devenir

Bien que ces trois Plans de Déplacements Urbains soient opérationnels depuis plusieurs années, l'efficacité des actions entreprises reste assez peu perceptible, au regard des usages des habitants au quotidien. Face à l'objectif majeur affiché par les PDU, la réduction de la place de la voiture via la promotion des modes les moins polluants, il semble que les pratiques actuelles ne traduisent pas de réels changements.

1.4.1. Des usages des transports en commun variables au sein des agglomérations

Comme annoncé en première partie, l'automobile constitue le mode de transport le plus largement utilisé par les habitants des trois agglomérations. Pour rappel, la voiture est utilisée par les habitants des communautés d'agglomération de Clermont-Ferrand, La

Rochelle et Limoges à hauteur respectivement de 71, 75 et 77% pour les déplacements domicile-travail (INSEE, 2006).

Cependant, si ces usages en termes de transport sont contrastés d'une agglomération à une autre, ils le sont également entre les différentes communes composant ces espaces. De façon générale, mais à l'exception significative de Limoges, les communes comptant beaucoup de résidents amenés à se déplacer vers une autre commune pour leur travail présentent un usage plus grand de la voiture. Inversement, les communes comptant le plus grand nombre de résidents travaillant au sein de leur commune montrent un usage moindre de la voiture. Une telle situation apparaît assez nettement pour quelques communes : Aytré et Châtelailon-Plage pour l'agglomération de La Rochelle ; Isle et Saint-Just-Le-Martel pour l'agglomération de Limoges ; Aubière, Aulnat, Cébazat et Chamalières pour l'agglomération de Clermont-Ferrand. Il y apparaît que, si la part de la voiture diminue, celle de la marche, des deux-roues et des transports en commun est bien supérieure à la moyenne d'ensemble. Malgré tout, il existe également quelques exceptions notables : Angoulins et Périgny pour l'agglomération de La Rochelle ; Feytiat pour l'agglomération de Limoges ; Cournon-d'Auvergne, Lempdes, Pont-du-Château et Saint-Genès-Champanelle pour celle de Clermont-Ferrand. Bien qu'une part importante des habitants (entre 21 et 28%) réside et travaille sur le territoire de ces communes, le recours à la voiture est élevé (85% en moyenne), aux dépens de la marche, des deux-roues et des transports collectifs.

Au-delà d'usages liés aux distances de déplacement, ces cas particuliers soulèvent l'existence probable d'inégalités en termes d'offres de transports urbains et révèlent que les pratiques observées sont, en grande partie, le résultat des politiques de transport mises en œuvre, aussi bien quant au développement des transports en commun qu'aux aménagements effectués en faveur de l'usage de la voiture (en termes de voirie et de stationnement).

Un lien peut être établi entre ces usages quotidiens et la localisation des communes. La figure 70 montre la part de la voiture et des transports en commun dans les déplacements domicile-travail des habitants de chaque commune des trois ensembles urbains étudiés. Il existe toutefois des inconnues pour 13 de ces communes, ce type de données n'étant disponible en 2006 que pour les entités comptant au moins 2 000 habitants. Le recours aux valeurs de 1999 aurait présenté des résultats complets mais trop anciens pour figurer avec fiabilité la situation actuelle des mobilités. De plus, la comparaison entre les données des années 1999 et 2006 est impossible, du fait de systèmes différents de recensement : en 1999, les mobilités domicile-travail distinguaient les actifs se déplaçant avec un seul mode de transport et ceux en utilisant plusieurs, alors que seuls les modes uniques sont mentionnés en 2006.

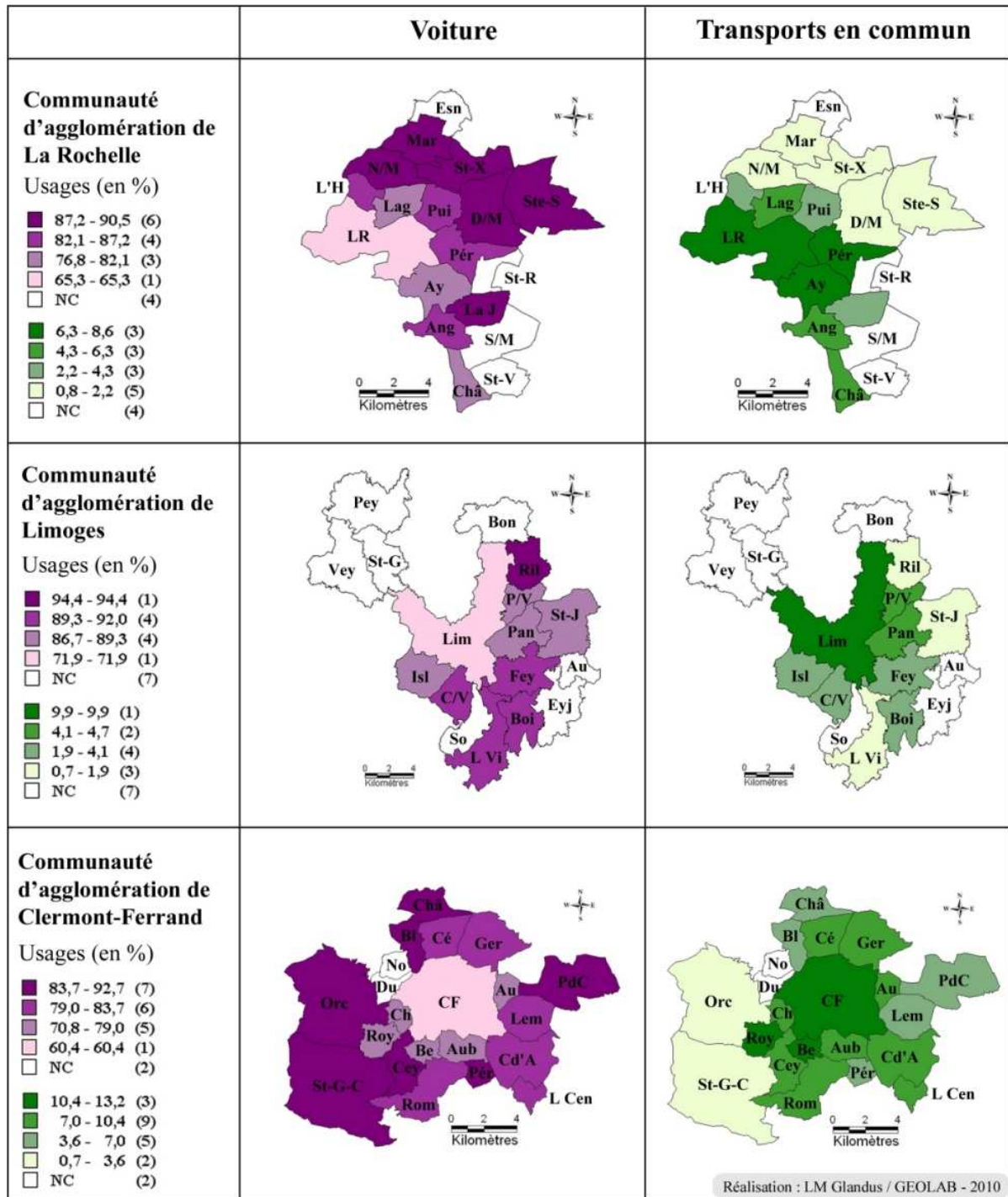


Figure 70 : Usages (domicile-travail) de la voiture et des transports en commun par commune, sur les communautés d'agglomération de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand (Source : INSEE, RP 2006)

De façon générale et conformément aux attentes, il apparaît que les habitants des communes les plus excentrées sont ceux qui ont le plus recours à la voiture et utilisent le moins les transports en commun. Une logique spatiale se distingue donc assez bien sur les agglomérations, avec une hausse de la part de la voiture et une baisse de celle des transports en commun avec l'éloignement de la commune centre. Cette dernière se détache d'ailleurs des

autres par des usages bien marqués : usage plus important des transports en commun et beaucoup plus faible de la voiture dans les déplacements. La voiture apparaît logiquement comme le mode de déplacement privilégié pour les longs trajets, cet usage pouvant en partie s'expliquer par la diminution de l'offre en transports en commun avec l'éloignement de la commune centre et de celles de la première couronne. Mais de longues distances de déplacement quotidien éliminent également les modes de transport doux que sont le vélo et la marche, difficilement praticables sur des trajets supérieurs à 12 km (Wardman et *al.*, 2007).

Au regard de ces résultats, nous pouvons *a priori* supposer que les communes les plus proches de la ville principale sont mieux desservies par les réseaux de transports en commun que les autres : les fréquences de passage y sont probablement plus grandes et les habitants ont sans doute la possibilité d'effectuer leurs déplacements sans rupture, à l'aide d'un seul mode de transport.

1.4.2. Des déplacements contrastés au sein de l'unité urbaine de Limoges

Dans le cadre d'un travail antérieur (Glandus, 2006) visant à pallier certains manques de données (les résultats de l'enquête ménages n'étant pas encore publiés), j'ai mené une enquête par voie postale durant les mois de janvier et février 2006. Celle-ci a été conduite sur les sept communes composant le PTU originel de Limoges : Condat-sur-Vienne, Couzeix, Feytiat, Isle, Limoges, Le Palais-sur-Vienne et Panazol. Ces communes constituent également l'unité urbaine de Limoges, au sens de l'INSEE (c'est-à-dire un ensemble de communes présentant une continuité du tissu bâti – sans coupure de plus de 200 m entre deux constructions – et comptant au moins 2 000 habitants) : les communes de Condat-sur-Vienne, Couzeix, Feytiat, Isle, Le Palais-sur-Vienne et Panazol représentent alors la première couronne de Limoges, soit l'espace péri urbain principal où la majorité des habitants travaille sur la commune de Limoges.

La population-mère sur laquelle porte l'enquête s'élève à 173 300 habitants²⁶. Mais il a été impossible de réaliser l'enquête auprès de la totalité des résidents de ces sept communes : il a donc été nécessaire de constituer une "population" directement concernée par le questionnaire. La sélection de l'échantillon a été opérée par tirage aléatoire au sein de la population-mère, la méthode des quotas nécessitant des connaissances spécifiques sur des données démographiques telles que l'âge ou le sexe. Or, le but n'était pas d'opérer des distinctions par catégorie socio-démographique mais de connaître les perceptions et les habitudes générales de la population de la zone étudiée. Dans le cas présent, le sondage aléatoire a été réalisé au travers d'un tirage au hasard d'un nombre donné d'individus au sein de la population-mère. Il avait ainsi été choisi de distribuer 1 400 questionnaires, chacun d'eux représentant un foyer. Quant à la répartition communale, elle a été effectuée de façon proportionnelle au nombre d'habitants. Limoges concentrant plus de la moitié des 173 300 habitants de l'ensemble du territoire d'enquête, une très large majorité de questionnaires a été destinée à cette commune, qui a été divisée en quatre zones inégales selon une logique de situation (figure 71) :

- Le "centre-ville", qui correspond à un territoire d'habitation dense et de forte fréquentation automobile : la délimitation de cette première zone englobe aussi bien le centre historique et commerçant que des quartiers légèrement excentrés mais où l'activité et l'animation sont assez importantes ;
- Le "péri centre", qui s'étend au-delà du centre, jusqu'à la limite de l'espace urbain compact et comprend ainsi une grande densité d'habitations ;

²⁶ Chiffres du recensement INSEE de 1999.

- La "banlieue", qui correspond aux espaces très légèrement excentrés de la partie agglomérée de Limoges : Landouge (ainsi que le Mas Loge et le Coudert) et le Mas Blanc ;
- La "zone industrielle", qui regroupe les habitations de la zone industrielle Nord de Limoges et de la ZAC de Beaubreuil.

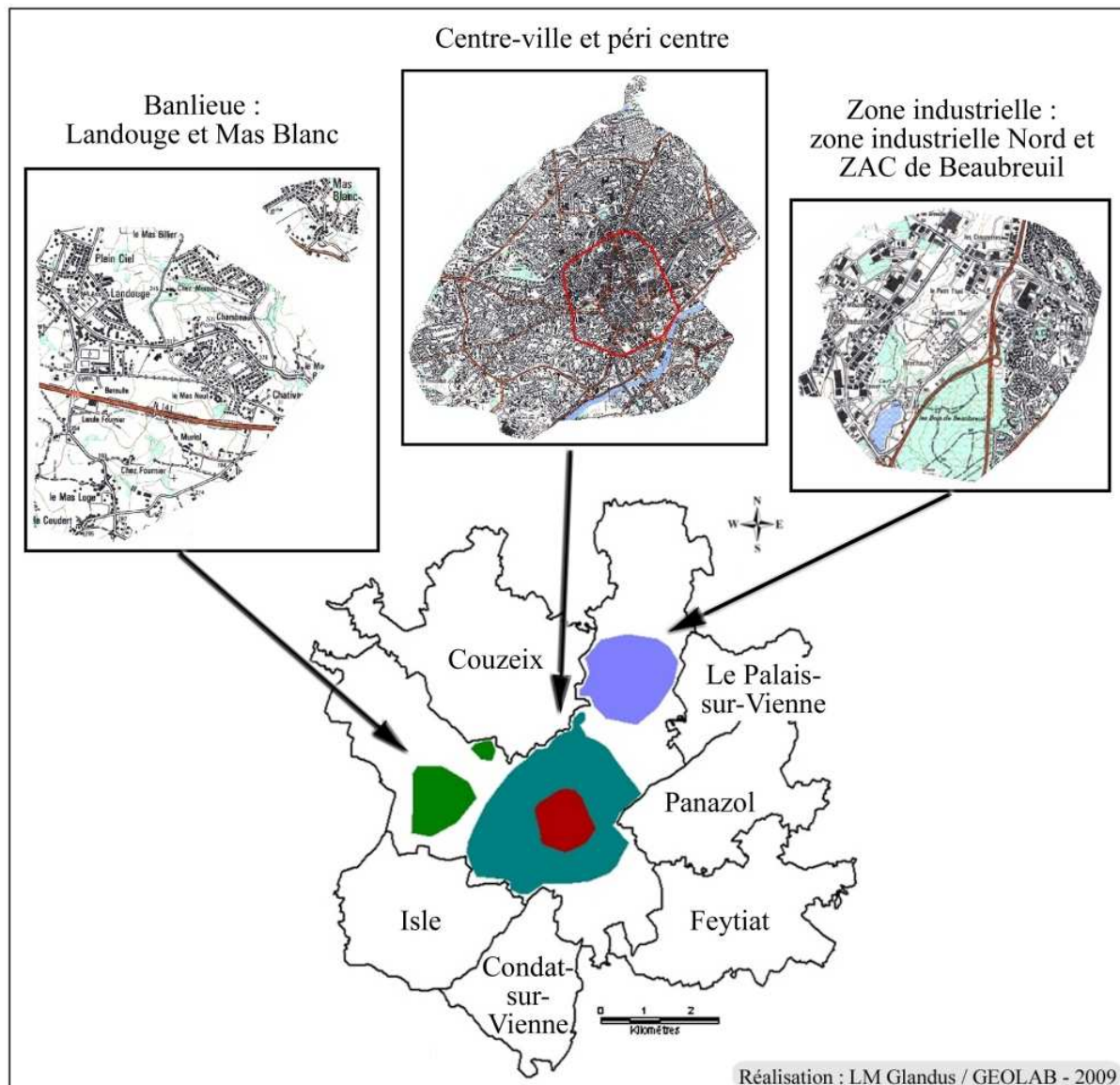


Figure 71 : Présentation des zones de l'enquête menée à Limoges
(Fond de carte : IGN)

La banlieue correspond aujourd'hui à un espace construit, entourant la ville proprement dite et formant avec elle l'agglomération. Elle est donc constituée de l'ensemble des communes contiguës et en continuité d'espace bâti avec la commune centre. Cependant, le terme de "banlieue" tend à être délaissé au profit de celui de "péri urbain" ou de "périphérie" (du fait de sa connotation sociale parfois négative), qui illustre un espace à cheval entre la vie citadine et la vie rurale (Lévy, Lussault, 2003 ; Brunet et *al.*, 2009). Selon cette définition, Landouge et le Mas Blanc n'appartiennent plus désormais à la banlieue de Limoges, puisque étant intégrés au territoire de la commune centre. Néanmoins, leur relatif

éloignement de l'espace urbain dense et leur environnement sont tout à fait comparables à ceux des communes périphériques (leur histoire est d'ailleurs similaire : à l'origine communes indépendantes, elles ont été progressivement incluses dans l'espace urbain de Limoges). En ce sens, on peut les considérer comme banlieue.

Les communes de la périphérie sont, elles, marquées par un habitat majoritairement pavillonnaire et leur configuration se présente de manière duale : des quartiers centraux constitués principalement de lotissements et des quartiers péri-centraux caractérisés par un habitat plus diffus.

Les résultats de l'enquête font apparaître un taux de réponse global de 15%, avec des variations d'une commune ou d'une zone à l'autre. Ainsi, sur les 1 400 questionnaires distribués, 208 ont été validés. La relative faiblesse du nombre total de réponses limite bien évidemment la représentativité des résultats obtenus. Les pourcentages calculés à partir de ces derniers, ainsi que les conclusions qui en sont tirées, ne peuvent donc constituer qu'une estimation de la situation actuelle des perceptions et des habitudes de déplacement de la population de l'agglomération.

L'objet était de recueillir les avis de la population du territoire choisi sur trois thèmes principaux : la pollution atmosphérique au sein de l'agglomération ; la santé respiratoire des personnes ; les déplacements quotidiens et la fréquentation automobile sur Limoges (Cf. annexe 4). C'est ce dernier point qui nous intéresse particulièrement ici. Il apporte des compléments permettant de mieux cerner la place occupée par l'automobile en fonction des espaces de résidence et des destinations (lieu de travail, centre-ville, zones commerciales).

Conformément aux attentes, la voiture particulière se dégage très nettement comme le moyen de transport le plus largement utilisé (99%) par la population de la première couronne de l'agglomération. Pour la totalité de la zone d'étude, incluant les communes périphériques et Limoges, la voiture est utilisée à hauteur de 85% environ, quelle que soit la destination (figure 72). L'automobile est notamment très prisée pour les déplacements concernant les achats : 98% de la population utilisent leur véhicule personnel pour se rendre à une zone commerciale. Au regard des réponses, 93% de la population utilisent uniquement la voiture pour se rendre à une zone commerciale. Mais en groupant cette utilisation avec les deux autres formes de déplacement combinant voiture et marche, puis voiture et bus, il apparaît que l'automobile est présente dans 98% des trajets. L'accessibilité de ces espaces est en effet de plus en plus facilitée, grâce aux aménagements des rocade ou à la desserte par voies rapides, la durée des trajets en étant ainsi réduite. La voiture est toujours considérée comme très pratique, voire indispensable par une grande partie des habitants, les hyper ou supermarchés étant désormais majoritairement localisés en périphérie. De plus, il est reconnu qu'une grande part des consommateurs souhaite grouper ses achats : dans ce cadre, la voiture devient alors un outil important, les vastes parkings gratuits mis à la disposition de la clientèle étant un atout supplémentaire pour les espaces commerciaux périphériques. Seuls 4% des habitants de l'agglomération reconnaissent pratiquer la marche à pied pour effectuer de petits achats ponctuels, mais ce moyen reste souvent complémentaire du premier, ne se substituant pas totalement à l'utilisation de l'automobile.

Une telle situation est également valable pour les autres déplacements opérés par les habitants de l'agglomération. En effet, 89% de la population se rendent sur leur lieu de travail au moyen unique de leur voiture, alors que 2% combinent voiture et marche et 1% voiture et bus. Mais la voiture est là encore présente dans une très large majorité des trajets puisque 91% des habitants utilisent leur véhicule, couplé ou non avec un autre mode de transport.

Enfin, les déplacements à destination du centre-ville sont moins sujets à l'utilisation de la voiture que les autres, celle-ci n'étant employée seule que pour 71% des trajets. En outre,

les moyens combinant la voiture à un autre mode rencontrent plus de succès : 4% des déplacements sont réalisés au moyen de la voiture et du bus, et 3% au moyen de la voiture et de la marche. Toutefois, la voiture particulière reste utilisée pour 77% des trajets du domicile au centre-ville.

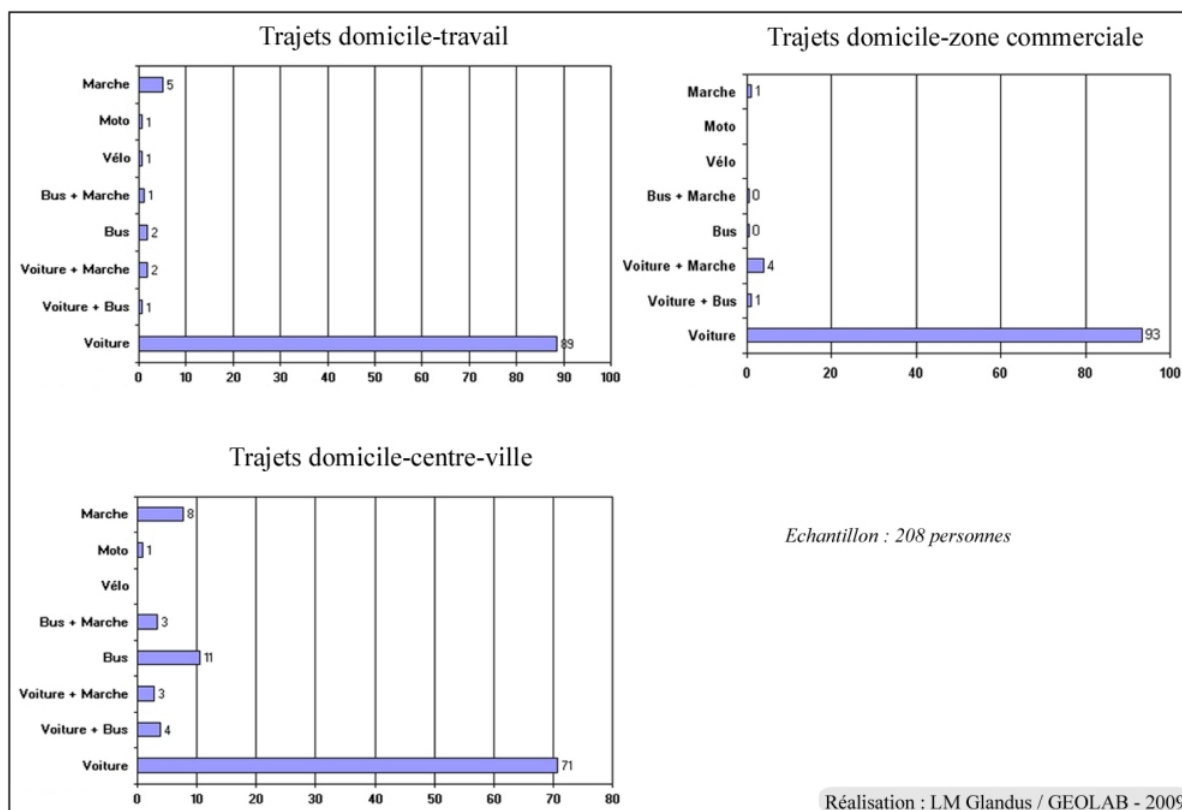


Figure 72 : Répartition des moyens de transport par types de trajet (en %) sur Limoges et sa 1^{ère} couronne

Parallèlement à cet engouement pour le véhicule particulier, les transports collectifs, en tant que mode de transport à part entière, ne représentent que 4% environ des moyens de déplacements (figures 72 et 73). Les habitants les utilisent plus particulièrement afin de se rendre au centre-ville (11%), alors que les actifs y sont plus réticents pour rallier leur lieu de travail (2%). De même, les parts du vélo, de la moto et de la marche sont assez faibles, s'élevant respectivement à environ 1%, 1% et 5%. Les deux-roues ne sont ainsi que très faiblement employés, mais la marche à pied rencontre un succès assez voisin de celui des transports en commun. Les habitants la pratiquent aussi bien pour se rendre à leur lieu de travail qu'en centre-ville, et elle complète également l'utilisation de la voiture ou du bus dans environ 2% des cas.

Cependant, des nuances peuvent être apportées à ces constatations d'ordre général, grâce à un examen plus précis des résultats. Les habitudes de la population peuvent en effet varier d'une zone géographique à une autre. Ainsi, les habitants de la commune de Limoges utilisent moins leur voiture (81%, dont 73% comme mode unique) que ceux des communes de la périphérie (99%), tous trajets confondus. Les transports en commun y sont plus fréquentés et la marche plus pratiquée qu'ailleurs. Mais des contrastes existent au sein même du territoire de la ville de Limoges. Les résidents des espaces excentrés (Landouge et Mas Blanc) ont recours à leur véhicule particulier à hauteur de 99% (celui-ci étant généralement employé

seul), pourcentage identique à celui observé sur les communes périphériques. L'usage couplé de l'automobile et du bus s'y trouve cependant légèrement supérieur. Par opposition, il apparaît logiquement que les résidents du centre-ville abandonnent plus aisément leur voiture que les autres pour les déplacements en centre-ville : 37% pratiquent donc la marche à pied, la proximité favorisant l'usage de ce mode de déplacement, et 19% utilisent les trolleybus. Mais la voiture (essentiellement utilisée seule, parfois couplée au bus ou à la marche) représente tout de même 39% des trajets, pourtant *a priori* de courte distance, puisque domicile et destination sont situés au cœur du même espace : le centre-ville. Il semble ainsi que les habitants de l'espace central de Limoges trouvent dans la voiture de nombreux avantages que les autres moyens de transport ne leur offrent pas. Cette situation révèle bien la place très importante qu'occupe l'automobile, employée de façon assez systématique, y compris sur des trajets de courte distance, pour lesquels les modes doux sont pourtant adaptés.

Les résultats de l'enquête mettent bien en évidence une hausse du recours à l'automobile dans deux types de déplacements (lieu de travail et centre-ville) au fur et à mesure que le lieu de résidence s'éloigne du centre-ville. Ces données s'accordent ainsi avec celles de l'Enquête Ménages Déplacements (EMD) relatives à la motorisation des ménages et confirment les résultats du recensement de l'INSEE présentés en première partie.

Les résidents de la banlieue, qui correspond aux espaces excentrés de la commune de Limoges, ont donc un comportement assez proche de celui des habitants des communes périphériques : ils utilisent très majoritairement l'automobile pour se rendre au centre-ville et plus particulièrement sur leur lieu de travail. Quant aux résidents du péri centre, leur utilisation de la voiture pour les trajets domicile-travail est voisine de celle des résidents centraux : ces deux catégories d'habitants ont en effet plus recours que les autres aux transports en commun et à la marche à pied pour rallier leur lieu de travail, ainsi que le centre-ville. Plus particulièrement, 17% de la population de la zone péri centrale pratiquent la marche à pied du domicile au lieu de travail. Mais l'enquête révèle que plus de 70% des actifs de cette zone travaillent à proximité de leur espace de résidence, cette situation pouvant expliquer la part importante de la marche dans le choix des déplacements. De plus, 26% fréquentent les bus ou trolleybus afin de rallier le centre-ville, ce chiffre étant le plus important de l'ensemble des zones enquêtées.

Ainsi, la voiture paraît être beaucoup plus utilisée dans les espaces les plus éloignés du centre, aux dépens des autres modes de déplacements. Ces résultats laissent à penser que les résidents de la banlieue ont à leur disposition une offre en transports collectifs plus restreinte et moins souple que celle proposée aux habitants des zones centrale et péri centrale. Si la marche à pied, comme le vélo, est un moyen particulier, difficilement praticable sur de longues distances, les systèmes de transports en commun peuvent, quant à eux, constituer un mode de déplacement quotidien plus facilement substituable à l'automobile.

Enfin, le dernier espace de la commune de Limoges, englobant la zone industrielle Nord et la ZAC de Beaubreuil, présente un aspect particulier. Si la voiture est, là encore, majoritairement employée pour les trajets menant du domicile au travail, elle est en revanche relativement peu utilisée pour les déplacements vers le centre-ville : 53% seulement (soit moins que dans la zone péri centrale) des habitants se rendent au centre au moyen de l'automobile. Ce sont alors les transports en commun qui remportent ici le plus grand succès, 33% de la population fréquentant les bus du réseau urbain. Les résidents de la zone industrielle sont ainsi les utilisateurs principaux (parmi les quatre zones de Limoges mises en évidence) des transports en commun. L'offre est-elle meilleure qu'ailleurs ou ce type de transport correspond-il mieux aux attentes des catégories de population de cet espace ?

L'étude des réseaux présentée dans le chapitre suivant permettra d'apporter un élément de réponse.

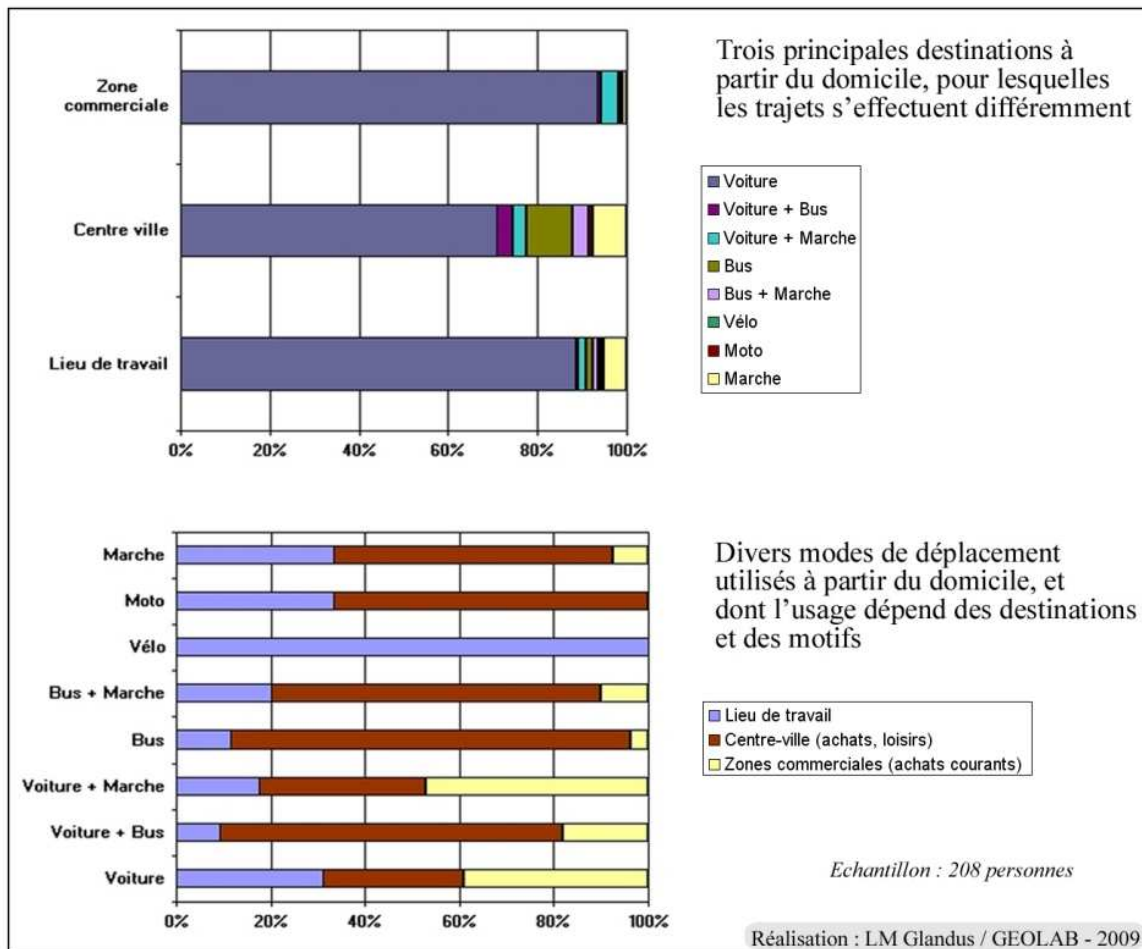


Figure 73 : Moyens de transport utilisés selon les destinations sur Limoges et sa 1^{ère} couronne

Ainsi, les résultats de l'enquête pour l'ensemble de l'espace concerné mettent en évidence l'importance de la voiture dans les déplacements des habitants de leur résidence au centre-ville, au lieu de travail et surtout aux zones commerciales. Même si ces usages sont variables d'une zone à l'autre, en fonction des distances de déplacement, l'observation des pratiques générales révèle clairement la prééminence du véhicule particulier, aux dépens des modes alternatifs, dont surtout les modes doux. L'usage de ceux-ci reste cependant limité à de courts trajets, contrairement aux transports en commun, normalement aptes à concurrencer la voiture pour des déplacements longs. Pourtant, ceux-ci ne sont que peu utilisés de façon régulière par la population, et plus particulièrement par les résidents dont le lieu d'habitation est éloigné du centre de Limoges. Le mode collectif apparaît plutôt prisé pour les déplacements à destination du centre-ville mais est peu utilisé pour les trajets domicile-travail. Ces contrastes témoignent vraisemblablement de lacunes et d'inégalités dans les offres du réseau de l'agglomération.

Quoi qu'il en soit, toutes ces données, qu'elles émanent du recensement de l'INSEE, des Enquêtes Ménages Déplacements (EMD) ou de l'enquête personnelle de 2006, montrent clairement que la voiture constitue le mode phare associé à la péri urbanisation. Le véhicule particulier est le plus largement approuvé pour les trajets à but d'achats et de loisirs : il est

beaucoup plus pratique pour réaliser des achats parfois encombrants et offre une plus grande liberté pour les loisirs dont les horaires ne sont pas toujours bien établis. Seuls des transports en commun aux fortes fréquences peuvent concurrencer la voiture pour les déplacements de loisirs. Mais celle-ci reste malgré tout plus adaptée aux achats. Au contraire, les transports en commun semblent assez bien correspondre aux attentes, et surtout aux besoins, des scolaires, qui constituent leur principal public. D'après l'EMD de l'agglomération clermontoise, la tranche d'âge des 25/34 ans est quant à elle la plus mobile et délaisse les modes collectifs pour la voiture. Un travail de sensibilisation doit donc s'opérer auprès de cette catégorie de population, de même qu'auprès de l'ensemble des actifs. En parallèle, les politiques de transport doivent progresser avec pour objectif de contraindre la circulation automobile et de proposer une alternative offrant des avantages voisins de ceux que propose l'automobile.

Conclusion du chapitre 1

Les agglomérations de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand ont mis en application quelques unes des orientations issues de la loi sur l'air, notamment au travers des Plans de Déplacements Urbains. Mais les engagements dans les domaines des transports et de la sensibilisation sont inégaux. Les agglomérations de Clermont-Ferrand et La Rochelle apparaissent d'ores et déjà comme les plus actives face à ces questions. Tout particulièrement, la communauté d'agglomération de La Rochelle a instauré depuis de nombreuses années une offre de transports plus diversifiée, accompagnée d'un partenariat avec les associations d'usagers et de programmes mobilisant les habitants. Cependant, les politiques urbaines sont de façon générale trop exclues du contexte de la pollution de l'air. Celui-ci concerne pourtant de multiples acteurs, au premier chef desquels les associations de surveillance de la qualité de l'air, mais aussi ceux qui sont à la fois pollueurs et victimes : les citoyens. Or, les aménageurs n'intègrent pas suffisamment les AASQA et sous-estiment encore l'importance de la sensibilisation des populations aux enjeux de la pollution et des nouvelles mobilités. De plus, les propositions émises dans le cadre des PDU, qui existent déjà depuis sept ans au moins, nécessiteraient une mise en application plus rapide ; l'efficacité des aménagements entrepris serait renforcée par un meilleur ciblage des efforts en direction des espaces les plus soumis aux émissions automobiles. En complément, l'information du public quant aux nouveaux modes disponibles est indispensable, et les actions de communication tireraient peut-être avantage d'une association entre pollution de l'air et effet de serre, dont on a déjà souligné la supériorité médiatique. Le principal coupable désigné en milieu urbain est en effet le même, l'automobile, qui occupe une place centrale dans l'organisation urbaine actuelle et les déplacements quotidiens des habitants. L'étude suivante, relative aux réaménagements urbains effectués par chacune des trois agglomérations, permettra de mieux faire ressortir les écarts d'engagements discernés entre celles-ci.

Chapitre 2. Un mode de déplacement aux qualités inégales : les transports en commun

La diminution de l'usage de l'automobile, mode prééminent au sein des agglomérations de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand, passe par le développement de modes alternatifs performants. Les transports en commun constituent le moyen de déplacement le plus apte à concurrencer le véhicule particulier. Si les modes doux sont des moyens non polluants, ils sont plutôt destinés aux déplacements de courte distance. A l'inverse, les transports collectifs, quelle que soit leur forme, représentent une véritable alternative à la voiture, aussi bien sur de courtes distances que pour des trajets plus longs, induits par la péri urbanisation. Des réseaux de transports collectifs existent déjà au sein de ces agglomérations mais connaissent des évolutions différentes. Celles-ci touchent principalement aux dessertes, horaires de passage, vitesse de circulation et confort des véhicules (meilleure accessibilité, respect des normes environnementales), nombre et qualité des arrêts. Cependant, ces améliorations restent insuffisantes et l'étude des offres locales de transports en commun traduit un réel déséquilibre, pouvant justifier les écarts constatés dans les usages des habitants. Les critères d'analyse sont nombreux et, en particulier, les dessertes ne répondent pas systématiquement aux attentes que l'on peut avoir au regard de l'organisation des agglomérations. Les opérateurs de transports sont diversifiés – agglomération, département, région – et le problème se pose d'une organisation et d'une synchronisation inégales entre des réseaux d'échelles différentes. De plus, l'essentiel des systèmes de transports étant géré par les communautés d'agglomération, les offres locales se concentrent sur les communes dépendant de l'organisation intercommunale gestionnaire et excluent les autres communes, en dépit des logiques organisationnelles du territoire. Les incohérences des périmètres intercommunaux, définis politiquement, se traduisent alors par l'existence de réseaux manquant parfois cruellement d'unité et générant des lacunes dans les dessertes. Les collectivités locales ne tiennent donc pas toujours compte des réalités locales des flux de mobilité et accordent encore trop de place aux déplacements automobiles, négligeant notamment celle que peuvent occuper les transports publics. De ce fait, ces derniers ne sont pas toujours adaptés aux habitudes et aux attentes de la population et devraient faire l'objet d'une meilleure réponse aux besoins. Mais leur promotion ne peut également être menée sans se préoccuper de la croissance urbaine. Celle-ci est en effet à l'origine de l'intensification des déplacements en véhicules particuliers, mais son amplification résulte également de la place de plus en plus grande qu'occupe l'automobile. En conséquence, les nouvelles politiques de planification urbaine, présentées dans les PDU et documents d'urbanisme, doivent s'orienter vers une limitation de la péri urbanisation et un accroissement de l'accessibilité aux réseaux de transports en commun, tendances également issues du concept de ville durable.

2.1. Des attentes nombreuses de la part des habitants

Conformément aux préconisations du PDU, l'automobile paraît réellement être le point central des actions à mettre en place. Les habitudes régulières des habitants des agglomérations de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand montrent que l'usage de la voiture est actuellement très largement préféré à celui des transports en commun, de la marche

à pied ou des deux-roues. Les centres-villes sont encore majoritairement dominés par les véhicules motorisés, aux dépens de modes de transport plus respectueux de la qualité de l'air. Mais ce type de comportement, visé par les politiques urbaines, ne relève pas de la seule volonté des résidents. Les observations présentées auparavant laissent en effet penser que des lacunes existent dans l'organisation actuelle des transports urbains au sein de ces trois agglomérations, plus particulièrement sur les communes périphériques. Les réseaux urbains ne seraient donc pas constants dans l'espace et des inégalités existeraient dans l'accès aux offres de transports alternatifs à la voiture.

L'une des questions de l'enquête menée en 2006 au sein des communes composant l'unité urbaine de Limoges²⁷ permet de connaître les opinions des habitants sur les réseaux de transports en commun de l'agglomération. Le niveau de qualité est défini selon quatre critères : la desserte, les horaires, le coût et le confort (figure 74).

Au regard des résultats, il semble que de nombreuses zones de Limoges, comme de la périphérie, soient plus défavorisées que d'autres en termes de desserte et de fréquence des passages. Mais ces deux critères qualitatifs ne sont pas les seuls à prendre en compte : le coût des voyages, ainsi que le confort des véhicules mis à la disposition des voyageurs par le réseau TCL, sont également des thématiques importantes pour l'attractivité du réseau de transport.

Il apparaît tout d'abord qu'une large majorité de la population des six communes de première couronne et de celle de Limoges perçoit des lacunes dans les réseaux actuels. En effet, 86% des habitants souhaitent que des améliorations soient apportées dans le domaine des transports collectifs. Cette situation permet donc d'expliquer un grand nombre de comportements et confirme ce qui était pressenti : les transports en commun ne possèdent pas, pour l'instant, un pouvoir d'attraction suffisant pour dissuader les résidents, actifs ou non, d'utiliser régulièrement leur automobile. Des efforts doivent donc être réalisés dans les quatre domaines déjà cités : la desserte, les horaires, le coût et le confort. Mais parmi eux, certains apparaissent plus importants que d'autres aux yeux des usagers actuels ou potentiels. La desserte et les horaires semblent être les deux points fondamentaux sur lesquels les évolutions doivent porter. Une grande part des habitants (35%) soulève l'existence de lacunes à la fois dans la desserte et la fréquence des passages. L'association de ces deux critères domine alors largement toutes les autres combinaisons possibles. En outre, 14% de la population attachent aussi une importance non négligeable aux seuls horaires, contribuant à faire d'eux la problématique principale du système de transport actuel. Puis, 21% des habitants attendent également que des modifications soient réalisées dans le domaine du coût des transports. Enfin, 7% des participants à l'enquête relèvent des lacunes dans l'ensemble des secteurs. Ainsi, la synthèse globale des résultats met en évidence une large demande d'augmentation des fréquences de voyage des bus et trolleybus, ainsi qu'une extension des périmètres actuellement desservis.

²⁷ L'enquête, présentée précédemment, a été menée sur les sept communes constituant l'unité urbaine de Limoges, au sens de l'INSEE : Condat-sur-Vienne, Couzeix, Feytiat, Isle, Limoges, Le Palais-sur-Vienne et Panazol.

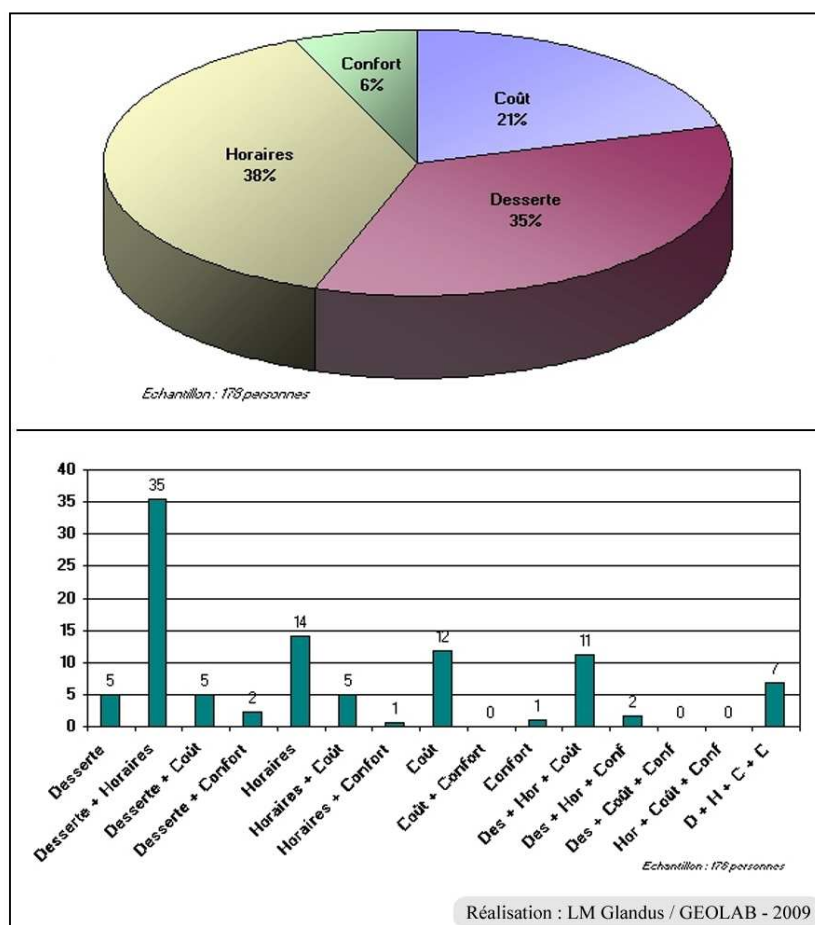


Figure 74 : Améliorations attendues dans les transports en commun sur Limoges et sa 1^{ère} couronne (en %)

Ainsi, il semble que l'utilisation prépondérante de l'automobile puisse être en partie expliquée par les lacunes des réseaux de transports en commun. Les résultats semblent tous converger vers un problème majeur : le nombre insuffisant de passages journaliers des bus ou trolleybus. Les résidents du péri centre de Limoges, comptant pourtant plus de 25% d'utilisateurs réguliers, revendiquent des plages horaires plus étendues (passages toutes les cinq minutes, ou encore plus de véhicules en soirée). La desserte doit, elle, faire l'objet d'améliorations, représentant toujours le second sujet d'insatisfaction de la population, quelle que soit la commune. Quant au troisième critère impliqué (le coût) dans la demande d'amélioration, il peut plutôt être considéré comme un critère d'usagers réguliers. Ce domaine n'empêche pas concrètement l'utilisation mais il est malgré tout le garant d'une qualité accrue pouvant permettre le renforcement de l'attractivité des transports en commun. Cette qualité peut également être représentée par le confort, l'amélioration de celui-ci étant tout particulièrement attendue dans les communes périphériques de Limoges. Ces dernières apparaissent alors comme plus défavorisées que Limoges en termes de desserte comme d'horaires, le pourcentage d'habitants en attente de progrès y étant plus grand.

Si ces observations restent restrictives, ne concernant que sept communes de l'agglomération de Limoges, elles peuvent malgré tout être étendues à l'ensemble des espaces d'étude. Les comportements quotidiens des habitants étant fortement similaires, les besoins doivent l'être également, en dépit des différences existant dans les offres locales.

2.2. Une organisation réglementée des transports publics urbains

Les réseaux de transports publics sont organisés et gérés par les collectivités locales, Autorités Organisatrices des Transports Urbains (AOTU). Celles-ci peuvent être une seule commune ou un groupement de communes, ce qui constitue le cas le plus fréquent : plus de 50% des AOTU sont des communautés, dont 35% des communautés d'agglomération (Ministère de l'Équipement, 2003). La création d'une communauté d'agglomération entraîne également celle d'un Périmètre de Transports Urbains (PTU). Ensuite, si la communauté d'agglomération prend la décision de mettre en place son propre réseau de transports urbains, elle est désignée AOTU sur l'espace couvert par le PTU.

Les AOTU ont pour principale mission de définir la politique des déplacements. A ce titre, elles élaborent les Plans de Déplacements Urbains (PDU), définissent l'offre de transport (la desserte, le nombre de lignes, les fréquences, l'achat des véhicules, les modes, le choix des exploitants, ...), financent la réalisation des réseaux, réglementent les activités liées aux transports et assurent la promotion des offres de transports publics (Ministère de l'Équipement, 2003). Ces responsabilités leur ont été confiées dès 1982 par la Loi d'Orientation des Transports Intérieurs, la LOTI (loi n°82-1153 du 30 décembre 1982), qui définit les principes d'organisation du service public des transports à l'échelle du territoire français. Puis elles ont été renforcées en 1996 par la loi sur l'air (loi n°96-1236 du 30 décembre 1996) et en 2000 par la loi relative à la Solidarité et au Renouvellement Urbain, la loi SRU (loi n°2000-1208 du 13 décembre 2000). A la suite de ces deux lois, le rôle des AOTU s'élargit à la gestion de la politique des déplacements au sein de laquelle s'insèrent, outre les transports publics, l'aménagement de la voirie, le développement des modes doux, les prescriptions en termes de stationnement. A cela s'ajoute également la nécessité de mener ces politiques de déplacements en cohérence avec celles de planification urbaine.

Toutefois, même si l'organisation des transports urbains fait partie des compétences obligatoires des communautés d'agglomération, toutes n'assurent pas directement cette compétence. Certaines la délèguent à un syndicat mixte. Les syndicats mixtes de transports, créés en 1955, associent généralement la communauté d'agglomération et le département et exercent le rôle d'autorité organisatrice des transports urbains dévolu normalement à la communauté d'agglomération. C'est ce système qui existe à Clermont-Ferrand. En effet, Clermont Communauté délègue sa mission d'organisation des transports urbains au Syndicat Mixte des Transports en Commun de l'agglomération clermontoise (SMTC). Les rôles de ce dernier sont multiples : organisation et exploitation des transports en commun à l'intérieur du Périmètre de Transports Urbains (PTU) ; gestion d'équipements et d'infrastructures de transports (financement des équipements, choix tarifaires) ; gestion du Transport à la Demande (TAD) et de la location de vélos (services sous-traités à une centrale de mobilité, nommée "Moovicité") ; communication vers les usagers ; mise en œuvre du PDU, des Plans de Déplacements d'Entreprises (en partenariat avec la ville de Clermont-Ferrand et l'ADEME).

D'autre part, dans le cadre de l'exploitation de leur réseau de transports publics, les AOTU ont le choix entre deux possibilités : la gestion directe, par le biais d'une régie, ou la gestion privée. Dans ce dernier cas, les entreprises exploitantes peuvent être des sociétés dont le capital social appartient entièrement au secteur privé ou des Sociétés d'Économie Mixte (SEM), c'est-à-dire des sociétés de statut privé (sociétés anonymes) dont au moins 51% du capital social est détenu par une collectivité locale ou un groupement de collectivités.

La communauté d'agglomération de La Rochelle a, elle, opté pour la gestion directe, même si cette position est désormais nuancée par une ouverture partielle au secteur privé. Le système de transports en commun est exploité par la Régie des Transports Communautaires

Rochelais (RTCR), un Etablissement Public à caractère Industriel et Commercial (EPIC), prestataire de services de la communauté d'agglomération qui doit mettre en œuvre les décisions de celle-ci. Depuis quelques années et dans le cadre d'une délégation de service public, l'exploitation de certains services (libre-service de véhicules électriques depuis 2006 et exploitation des lignes de bus de 2^{ème} couronne depuis 2009) a été confiée à la société Veolia Transport, premier opérateur privé européen de transports. En outre, l'agglomération rochelaise est adhérente de l'association "Agir", destinée à la gestion indépendante des réseaux de transports publics et à l'amélioration des déplacements. Sa création, en 1987, relève d'une volonté de regroupement de collectivités locales souhaitant garder leur indépendance vis-à-vis des groupes de transport privés. Les communautés d'agglomérations de Limoges et Clermont-Ferrand ont, quant à elles, choisi la gestion privée. Le système de transports de Limoges Métropole est exploité par la Société des Transports en Commun de Limoges (STCL), une SEM gérée et financée par la communauté d'agglomération. Le réseau de transports en commun de Limoges existe depuis la fin du XIX^{ème} siècle, les premières lignes de la Compagnie des Tramways Électriques de Limoges (CTEL) étant entrées en service en 1897. Puis en décembre 1954, la CTEL a été remplacée par la Compagnie des Trolleybus de Limoges (CTL), à laquelle s'est substituée en 1985 la STCL. Celle-ci assure ainsi l'exploitation du réseau urbain de l'agglomération de Limoges au travers d'une convention de partenariat signée avec Transdev, opérateur français de transports urbains de voyageurs. Enfin, le réseau urbain de transports de Clermont Communauté est exploité par la société T2C, une SEM avec laquelle le SMTC possède un contrat d'exploitation depuis 1983.

Un réseau de transports en commun ne peut se développer et être amélioré sans un financement particulier. Ce dernier se caractérise par l'existence de plusieurs financeurs, qui contribuent à l'apport financier total de manière inégale : les employeurs, les voyageurs, les collectivités locales et l'État, auxquels s'ajoutent les emprunts nécessaires.

De façon générale en France, les employeurs participent au financement des transports collectifs à hauteur d'environ 39% par le biais d'une taxe nommée Versement Transport (VT), existant depuis 1971 en région Ile-de-France et 1973 en province. Y sont assujetties (sauf exceptions) les entreprises et administrations, publiques ou privées, employant plus de 9 salariés et situées dans un PTU de plus de 10 000 habitants (article 112 de la loi SRU). Les recettes de cette taxe servent à financer les dépenses de fonctionnement et d'investissement des réseaux. Le Versement Transport représente ainsi la principale source de financement, donnant la possibilité de faire évoluer l'attractivité de l'offre. Cependant, son instauration reste facultative et relève du choix de chaque AOTU, de même qu'il appartient à ces dernières d'en fixer le taux, dans les limites définies par la loi. Les communautés d'agglomération de La Rochelle et de Limoges, de même que le SMTC, imposent le Versement Transport sur les communes de leur PTU et en ont plus ou moins relevé le taux²⁸ depuis quelques années. A Clermont-Ferrand, il est le plus élevé avec 1,80% depuis mai 2009 ; il est à La Rochelle de 1,26% et reste inchangé depuis janvier 2006 ; enfin, Limoges propose le taux le plus bas avec 0,95% et celui-ci est stable depuis janvier 2004.

Les voyageurs participent à hauteur d'environ 18% via les recettes tarifaires. Les tarifs des titres de transport sont établis par les AOTU dans la limite des hausses annuelles fixées par arrêté ministériel. A l'inverse, les tarifs comportant des réductions à titre social (personnes âgées, enfants, étudiants, chômeurs, ...) ou commercial peuvent être définis librement, sauf dans certains cas indiqués par l'article 123 de la loi SRU. Au final, les recettes tarifaires permettent de couvrir 30% des dépenses de fonctionnement et 20% des dépenses totales des réseaux. Les réductions accordées sont certes un manque à gagner, mais elles constituent aussi un moyen d'augmenter la fréquentation.

²⁸ L'assiette du Versement Transport correspond à la totalité des rémunérations des salariés soumis à cotisations.

Les collectivités locales participent à hauteur de 17% grâce à leur propre budget. Les dépenses de fonctionnement n'étant couvertes ni par les recettes du trafic, ni par le Versement Transport, sont assurées par l'AOTU. Par contre, le financement des dépenses d'investissement relève de plusieurs sources : les dotations des AOTU principalement, puis les emprunts contractés et les subventions de l'État.

Ces dernières s'élèvent à environ 7%, au travers d'aides accordées aux projets d'investissement des AOTU, en particulier dans le cadre des PDU. Une circulaire de juillet 2001 émanant du Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement définit les conditions nécessaires à l'attribution de subventions. Les projets doivent être des études (pour la mise en œuvre des PDU surtout), une création d'infrastructures de Transports en Commun en Site Propre (TCSP), tels qu'un tramway par exemple, une modernisation des réseaux existants (accessibilité des véhicules, systèmes d'informations aux usagers, ...), des moyens d'intermodalité (pôles d'échanges, parcs relais, ...) et des structures destinées à l'usage du vélo. L'État a notamment instauré un régime d'aides spécifiques pour le développement des infrastructures de TCSP. Toutefois, si l'effort financier national a été accru à partir des années 1990-2000, plus particulièrement grâce à la circulaire de 2001, cette situation positive pour la promotion des modes alternatifs à la voiture n'a été que de courte durée. En effet, dès la fin de l'année 2003 (à l'occasion de la loi de finances 2004), l'État a pris la décision d'interrompre les subventions qu'il allouait aux projets de TCSP et à la mise en œuvre des PDU. Un rapport de la Cour des comptes sur les transports publics urbains datant d'avril 2005 précise que la « décision n'a pas été précédée d'une évaluation de la pertinence et de l'efficacité des aides apportées par l'État, alors même que les objectifs fixés par la loi sur l'air, énoncés en 1996, demeurent eux inchangés » (GART, 2005). On pourrait ainsi discuter une éventuelle trop grande précipitation de cette décision, ayant pour conséquence de faire peser davantage le poids du financement sur les collectivités locales surtout, mais aussi sur les employeurs, via une hausse du Versement Transport. Ainsi, le SMTC de l'agglomération de Clermont-Ferrand, qui prévoyait la mise en place de TCSP (en l'occurrence une ligne de tramway, mise en service en octobre 2006), a dû faire face à une réduction importante des aides attendues : sur les 62,5 millions d'euros demandés en 2003, seuls 6 millions ont été accordés en 2004, soit 10% du montant initialement prévu (GART, 2005). Pour pallier ce manque financier, les collectivités locales régionale et départementale ont apporté leur soutien au maître d'ouvrage, le SMTC, qui a assuré l'essentiel du financement. A cela s'est également ajoutée une aide du Fonds Européen de Développement Régional (FEDER). Dans ce contexte, le Versement Transport a dû subir une hausse, en dépit de la demande formulé par la CCI de Clermont-Ferrand/Issoire, dans le cadre de l'enquête d'utilité publique sur le projet de tramway menée en 2002, de non progression du taux au-delà de 1,6% (première hausse en mars 2004 à 1,7% puis en mai 2009 à 1,8%).

Au sein de ce cadre très réglementé et dans des conditions budgétaires restreintes, la réalisation et l'évolution de réseaux de transports publics, en particulier de TCSP, semble de plus en plus ardue. Les collectivités locales, et notamment les communautés d'agglomération ou syndicats mixtes de transports, doivent assumer l'essentiel des responsabilités. Même si cette situation leur accorde une plus grande liberté de gestion, elle les condamne aussi à faire face à des problèmes financiers. La solution de coopération entre AOTU (communauté d'agglomération, département, région), comme le suggère la loi SRU (article 111), pourrait alors apparaître comme une solution à ces problèmes ; problèmes qui ne devraient pas exister dans un contexte volontariste de promotion des modes alternatifs à la voiture.

2.3. Une complémentarité nécessaire mais insuffisante entre les réseaux de transports

Aux réseaux gérés par les communautés d'agglomération s'ajoutent les réseaux départemental et régional. Les départements ont en effet la responsabilité de l'organisation et du fonctionnement des transports routiers non urbains de personnes, en-dehors des PTU, et des transports scolaires. Quant aux régions, elles ont depuis le 1^{er} janvier 2002 le statut d'autorité organisatrice des services de transports ferroviaire et routier d'intérêt régional.

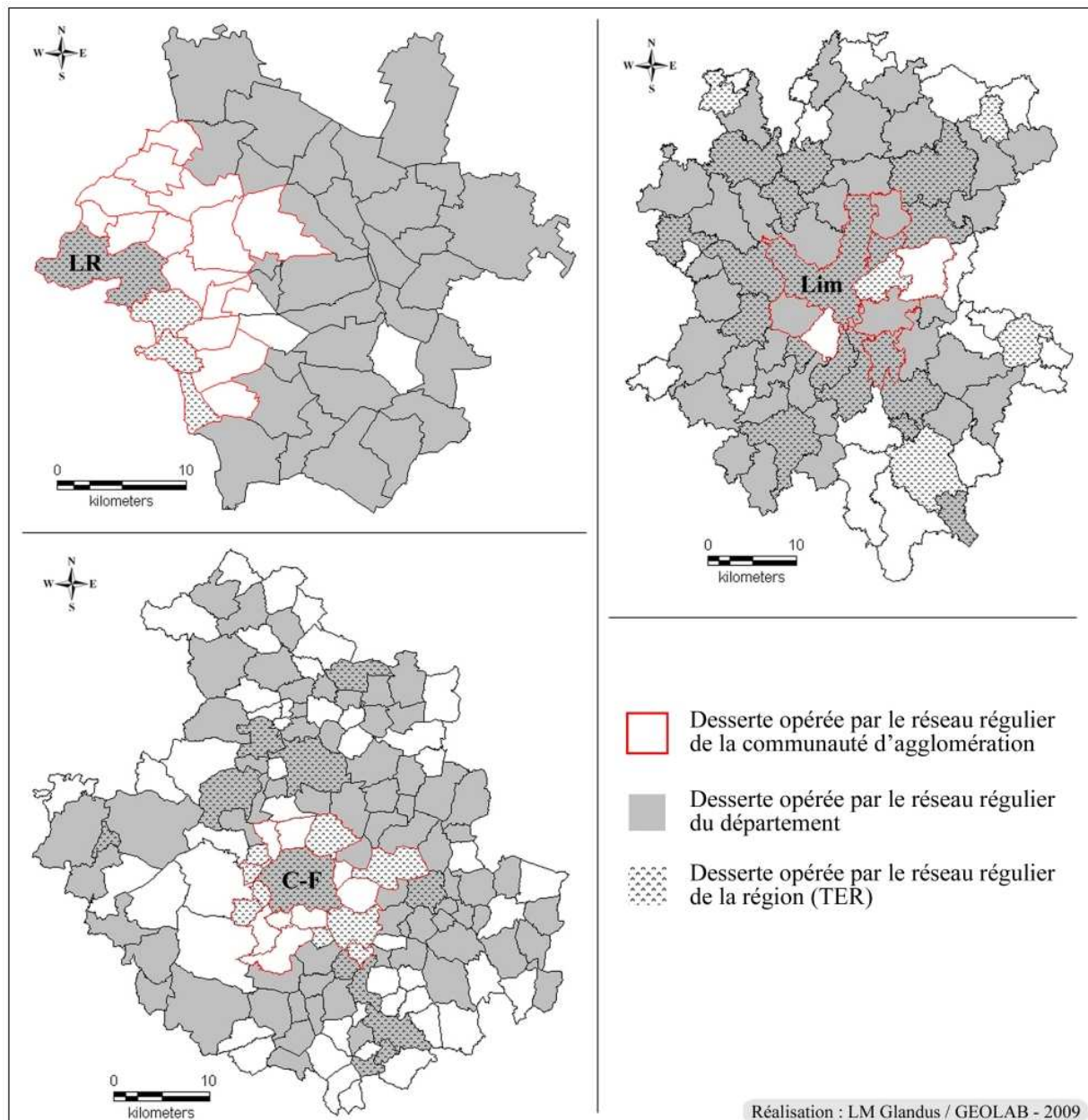


Figure 75 : Dessertes communales en transports en commun au sein des aires urbaines de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand

Les réseaux départementaux, grâce à un espace d'intervention plus restreint que celui des réseaux régionaux, desservent un nombre plus élevé de communes au sein des aires urbaines. Parmi elles, La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand constituent chacune, en tant que capitale départementale, voire régionale, un territoire de convergence des réseaux départemental et régional. A l'opposé, certaines communes n'ont accès à aucune desserte. La coordination entre ces deux AOTU ne semble pas satisfaisante du fait de l'existence d'une double desserte dans certains cas et d'absence de service dans d'autres cas.

2.3.1. Des réseaux départementaux privilégiant le transport scolaire

Parmi les trois communautés d'agglomérations, seule celle de Limoges est encore desservie par le réseau départemental. En effet, si le conseil général du Puy-de-Dôme permettait aux habitants des communes de Clermont Communauté de se déplacer en transports collectifs depuis 1983 sans problèmes particuliers, ce service a été interrompu en septembre 2007. Il a été décidé que la desserte des communes relevant du PTU (soit celles de la communauté d'agglomération et Sayat) ne pouvait plus être opérée que par le SMTC, interdisant de ce fait aux cars du réseau départemental "Transdôme" de s'arrêter sur le territoire de ces communes. Le PDU ne faisait déjà que peu de cas des partenariats pouvant être noués entre le réseau urbain et le réseau départemental. La décision prise en 2007 de séparer les aires de desserte des deux réseaux montre bien que la coopération était inexistante et n'est maintenant plus envisageable, notamment dans le but d'éviter une double desserte de certaines communes. A La Rochelle, le réseau départemental constituait lui aussi une option de déplacement, mais comme à Clermont-Ferrand, celui-ci a stoppé en 2008 sa desserte des communes de la communauté d'agglomération de La Rochelle. Il en a d'ailleurs été de même sur les autres groupements communaux de Charente-Maritime. Chaque AOTU doit ainsi gérer son propre réseau de transports urbains au sein de son PTU, le conseil général ayant à charge la desserte des communes restantes. Pour se déplacer au sein du PTU et en particulier pour les trajets vers Clermont-Ferrand ou La Rochelle, les habitants ne peuvent désormais compter que sur les réseaux urbains et régionaux.

A Limoges, le réseau départemental "Haute-Vienne en car" propose, quant à lui, une desserte de 70 communes, dont 13 appartiennent au PTU. Ce sont au total sept transporteurs (RDTHV, SARL Voyages Ménudier, Voyages Villessot, CFTA Centre-Ouest, Autocars Desplanches, SARL Transports Moreau et Voyages D. Lavalade) qui sont chargés de la desserte départementale. Parmi eux, la RDTHV (Régie Départementale des Transports de la Haute-Vienne) constitue le principal acteur des transports, puisque gérant 70% du réseau total. La RDTHV est un établissement industriel et commercial (EPIC) doté de la personnalité juridique et de l'autonomie financière. Il met en œuvre un service public régulier de transport de personnes, ces services étant complétés par des activités accessoires de transport de personnel d'entreprises, de tourisme, de transport de personnes à mobilité réduite, de dessertes locales périodiques (Taxicar) et de prestations de sous-traitance pour d'autres transporteurs. Toutefois, dans le cadre des lignes régulières, les zones à desservir sont essentiellement choisies en fonction du transport scolaire et ce choix ne tient pas compte des flux de circulation globaux. L'offre est ouverte à tous les usagers mais se focalise essentiellement sur le transport scolaire : sur une moyenne de 650 000 voyages annuels, 450 000 correspondent à des déplacements scolaires. Il existe néanmoins un projet de réforme envisageant de restructurer le réseau départemental en prenant en considération l'évolution de l'urbanisation et les flux de transit quotidiens qui s'en dégagent. Un élargissement de l'offre est notamment prévu afin de rendre le réseau plus accessible pour les déplacements domicile-travail. Dans le même esprit, il est envisagé de modifier les horaires d'arrivée à Limoges, dans le but de mieux s'accorder avec les horaires des actifs et plus seulement avec ceux des scolaires :

le conseil général prévoit au minimum de proposer deux allers le matin et deux retours le soir sur les lignes principales du réseau. Toutefois, la direction des transports reconnaît qu'il est impossible, pour des raisons financières et de faible demande, de proposer des cadences plus fortes tel que cela est le cas dans des départements plus urbanisés.

2.3.2. Le train, une alternative de plus en plus adaptée aux agglomérations

Un autre réseau de transports en commun est également disponible sur chacun des trois PTU : le réseau régional, via le Transport Express Régional (TER), proposant des dessertes par l'intermédiaire du car, mais surtout du train.

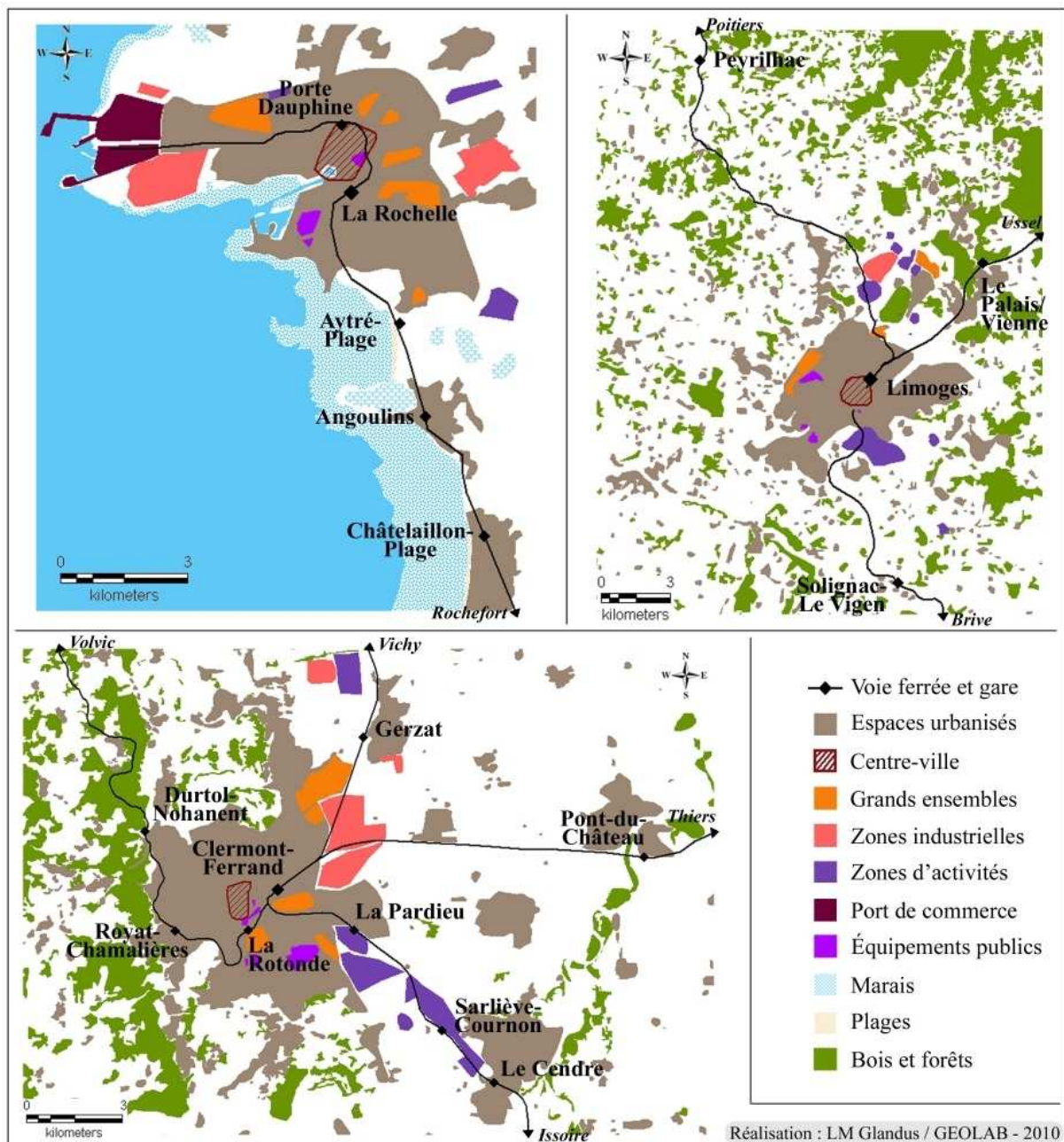


Figure 76 : Desserte ferroviaire par les réseaux TER des communautés d'agglomération de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand

Contrairement à ce qui existe en termes de transport départemental, l'agglomération de Limoges est la moins bien desservie. Les communautés d'agglomération de La Rochelle et de Clermont-Ferrand ont, quant à elles, davantage prôné le développement du transport ferroviaire. Celui-ci peut, en effet, véritablement être considéré comme un mode de transport alternatif à la voiture au sein d'agglomérations qui s'étendent de plus en plus, les modes de transports urbains tels que le bus étant plus adaptés à la périphérie proche qu'à la périphérie lointaine. Les résultats d'une enquête menée auprès des migrants de la région de Bruxelles (De Witte et *al.*, 2008) mettent d'ailleurs en évidence, comme dans d'autres études, que la voiture constitue le mode de déplacement privilégié pour les distances domicile-travail inférieures à 30 km. Au-delà, le recours au train est plus répandu, celui-ci étant considéré comme plus performant sur de longues distances. Dans le contexte actuel de péri-urbanisation, le transport ferroviaire apparaît donc comme un moyen intéressant dont l'offre devrait être renforcée.

Le PDU de La Rochelle préconisait clairement l'augmentation de la part de marché du transport ferroviaire dans les déplacements quotidiens entre la périphérie et la commune centre. Ce projet, qui devait être mené par étapes d'ici à 2010, avait fait l'objet d'une étude de faisabilité réalisée par l'Institut d'Études Politiques de Paris, sur la base d'une desserte entre La Rochelle et Rochefort. Les résultats montraient qu'il aurait été nécessaire que l'offre s'étendît à plus d'un titre : une hausse du nombre de trains était requise, de même que la création de nouveaux arrêts à La Rochelle et la réouverture de gares en périphérie, ainsi que le renforcement de l'intermodalité à chaque arrêt (bus et/ou vélo). À partir de ce constat, trois anciennes haltes ferroviaires ont été réouvertes en 2008 sur la ligne TER La Rochelle-Rochefort : Aytré-Plage et Angoulins, ainsi que La Rochelle Porte Dauphine, située en centre-ville, au nord de la place de Verdun, à proximité de plusieurs lycées et du Centre administratif Chasseloup-Laubat ; celles-ci s'ajoutant à la gare centrale de La Rochelle et à celle de Châtelailon-Plage. De plus, la fréquence de passage a été augmentée en heure de pointe. Ces améliorations ont permis une progression de fréquentation de la ligne de 60% durant la première année d'exploitation. Une situation similaire apparaît à Clermont-Ferrand, où la SNCF, sous la pression du conseil régional, a élargi la desserte ferroviaire urbaine. Celle-ci s'est traduite, en 2005, par la création d'un arrêt intermédiaire entre Chamalières et la gare centrale de Clermont-ferrand, situé à La Rotonde, à proximité du pôle tertiaire de l'université Blaise Pascal et à quelques minutes à pied du centre ville. De plus, la desserte de la halte ferroviaire de La Pardieu a été renforcée en 2007. Le réseau urbain régional apparaît ici plus dense qu'à La Rochelle, où la desserte TER reste limitée à seulement une ligne et quatre communes.

2.3.3. Une gestion collective des réseaux pour une offre ancrée dans les "territoires vécus"

Enfin, les déplacements quotidiens ne se concentrant pas seulement au sein même des communautés d'agglomérations, une coopération a partout été instaurée entre les réseaux régionaux et urbains. L'article 111 de la loi SRU autorise en effet la coopération entre autorités organisatrices de transport : « Sur un périmètre qu'elles définissent d'un commun accord, deux ou plusieurs autorités organisatrices de transport peuvent s'associer au sein d'un syndicat mixte de transport afin de coordonner les services qu'elles organisent, mettre en place un système d'information à l'intention des usagers et rechercher la création d'une tarification coordonnée et des titres de transport uniques ou unifiés » (loi n°2000-1028 du 13 décembre 2000). Toutefois, ce moyen juridique mis à disposition des AOTU n'est pas uniformément

reçu et l'agglomération de La Rochelle présente, dans ce cadre, une large avance sur celles de Limoges et Clermont-Ferrand.

A Limoges, la coopération concerne tout d'abord l'élaboration des réseaux, l'objectif étant de ne pas entrer en concurrence dans les dessertes et de proposer ainsi des offres complémentaires. Mais les principales mesures mises en place concernent surtout l'intermodalité. Une billetterie multimodale a en effet été instaurée grâce à une compensation financière entre les collectivités. L'achat d'un titre de transport départemental permet de voyager sur les lignes car du TER Limousin, au sein du département de la Haute-Vienne seulement et la billetterie intermodale permet de voyager gratuitement sur le réseau TCL en correspondance depuis les réseaux départemental et régional. Il en est de même à Clermont-Ferrand, où un titre de transport unique, destiné exclusivement aux salariés et étudiants, permet d'accéder au réseau de la ville centre et aux réseaux de car et de train de la périphérie, dans la limite, restrictive, du PTU. Cette offre, qui existe sous la forme d'abonnements combinés ("Tandem") hebdomadaires ou mensuels, permet également aux usagers d'accéder gratuitement aux parcs relais et à l'offre de location de vélo. En outre, une des lignes du réseau T2C (ligne 34, reliant Le Cendre à Cournon-d'Auvergne) propose une correspondance directe avec les trains TER à destination de Clermont-Ferrand. Les horaires de son arrêt situé à la gare du Cendre sont en effet adaptés à ceux de la ligne 5 du réseau TER. L'établissement de ces titres intermodaux est, semble-t-il, bénéfique en termes de fréquentation, ayant contribué à un accroissement du nombre d'abonnements mensuels souscrits au réseau T2C : de 120% chez les clients salariés et de 211% chez les clients étudiants, sur la période 2002-2008.

Par contraste, la coopération présente à La Rochelle prend une plus grande ampleur. Selon les possibilités offertes par la loi SRU, les principales AOTU du département de Charente-Maritime se sont unies au sein du Syndicat Mixte de la Communauté Tarifaire en Charente-Maritime (SMCTCM), dans le but de développer l'intermodalité entre les différents réseaux. Le SMCTCM, créé en octobre 1999, regroupe la Région Poitou-Charentes, le conseil général de Charente-Maritime, les communautés d'agglomération de La Rochelle, du Pays Rochefortais et du Pays Royannais, ainsi que le syndicat intercommunal des transports urbains de Saintes. La principale innovation proposée pour faciliter les usages combinés des divers réseaux et modes a consisté à mettre en place un titre de transport unique : le "Pass'Partout 17"²⁹. Celui-ci permet d'utiliser tous les modes de déplacement disponibles au sein des territoires couverts par les AOTU précitées : trains, cars, bus, bus de mer, passeur électrique et vélos. La coordination de l'offre entre les réseaux est en cours, de même que l'harmonisation des grilles tarifaires. En outre, une centrale d'appel et un service de calcul d'itinéraires (via Internet) sont proposés.

L'instauration de cette coopération en Charente-Maritime se révèle comme une singularité à l'échelle des villes moyennes françaises. Elle est comparable au système de la "Carte Orange", désormais remplacée par le "Passe Navigo", mise en place en Ile-de-France en 1975, dans le but de simplifier les déplacements. Alors que l'achat de plusieurs titres de transport était nécessaire, la carte permet de se déplacer de façon illimitée via les différents modes de transports disponibles en Ile-de-France, grâce à des abonnements hebdomadaires, mensuels ou annuels. Ce procédé est le fruit d'un partenariat tissé entre la Régie Autonome des Transports Parisiens (RATP) et la SNCF (réseau Transilien). En outre, le "Passe Navigo" est compatible avec le système de location de vélos de la ville de Paris, Vélib', depuis juillet 2007. La "Carte Orange" connaît donc un historique beaucoup plus long que le "Pass'Partout 17", mais elle concerne le territoire d'une très grande ville et de sa périphérie,

²⁹ Le titre "Pass'Partout 17" est disponible à l'unité, mais aussi pour un nombre illimité de voyages au sein d'une journée, ainsi que sous la forme d'abonnements hebdomadaires et mensuels.

très dense, non comparable avec l'espace couvert par le SMCTCM. Le système proposé en Charente-Maritime fait, quant à lui, écho à celui existant dans la région allemande de Fribourg-en-Brisgau depuis 1991. A partir de cette année a été proposée une carte d'abonnement valable non seulement au sein du réseau fribourgeois, mais aussi sur l'ensemble des lignes de bus et de tramway des régions voisines de Breisgau-Hochschwarzwald et Emmendingen, offrant de ce fait l'accès à un réseau de 90 lignes et 2 400 km. Cette innovation est considérée comme la cause principale de la hausse importante de la fréquentation des transports publics locaux, le nombre de voyages étant passé de 45 millions en 1990 à 66 millions en 1995 (FitzRoy, Smith, 1998). Préalablement à ces actions menées à Fribourg, un système de transports publics similaire avait été instauré avec succès en Suisse au milieu des années 1980, en particulier à Zürich, Bâle et Berne. Par la suite, plus de trente villes d'Allemagne ont adopté cette formule d'abonnement et ont connu une hausse de fréquentation de leurs transports en commun, même si celle-ci n'a pas égalé celle réalisée à Fribourg. Le concept développé en Charente-Maritime ne constitue donc pas une nouveauté, mais il témoigne cependant d'une nouvelle approche des transports publics en France, à l'échelle de villes moyennes.

Les réseaux départemental et régional ne constituent qu'une petite partie de l'offre en transports collectifs urbains, leur desserte ne concernant pas la moitié des communes des PTU. Mais leur rôle dépasse celui d'un simple complément aux réseaux des agglomérations. En effet, de part leur caractère départemental ou régional, ils ont le potentiel de proposer une desserte élargie. Si les lignes urbaines sont cantonnées aux limites plus que discutables des PTU, directement issues de celles des communautés d'agglomération, les dispositifs départementaux et régionaux peuvent être les garants d'une offre s'inscrivant au sein des agglomérations « fonctionnelles », fixées à l'échelle des aires urbaines.

Pourtant, la gestion des réseaux départementaux, notamment, montre une conception encore trop politique des transports, s'éloignant des nécessités locales, et transforme en simples velléités les intentions affichées dans les PDU. Seuls les partenariats tissés entre communautés d'agglomérations, conseils généraux et régionaux semblent s'orienter dans le sens des réalités locales des mobilités. Sur le modèle développé en Charente-Maritime, les AOTU doivent prolonger leur collaboration, dans le but de proposer un vaste réseau de transports en commun, et non de multiples structures parallèles. L'organisation actuelle est toutefois susceptible d'être modifiée par la réforme des collectivités locales proposée en 2009 par le comité Balladur, redessinant la carte des régions (qui passeraient de 22 à 15) et recentrant leur rôle, entre autres, sur l'aménagement du territoire et les transports³⁰.

2.4. Des accès contrastés aux transports urbains mais une volonté commune, bien qu'inégale, de renouvellement

Si les Plans de Déplacements Urbains présentent un nombre élevé d'objectifs communs, il a toutefois été souligné que les investissements des trois agglomérations sont inégaux. Comme entrevu à plusieurs reprises, l'agglomération de La Rochelle est, historiquement, la plus investie dans l'effort environnemental, bien que jouissant d'un contexte local – climatique et topographique – plutôt favorable à la qualité de l'air. De façon

³⁰ Le projet de loi de réforme des collectivités territoriales a été adopté par le Sénat en février 2010 mais reste encore soumis à discussion. Le projet de loi déterminant les nouvelles compétences des collectivités ne devrait pas voir le jour d'ici 2011.

générale, on peut fortement supposer que les pratiques modales quotidiennes des habitants sont, en grande partie, dictées par les dispositifs de transports mis à leur disposition. L'incohérence des échelles d'élaboration des PDU induit des problèmes d'organisation spatiale des réseaux de transports publics, néfastes à leur fréquentation. Ceux-ci, qui constituent la principale alternative à la voiture, présentent de multiples lacunes, mais aussi des qualités inégales d'une agglomération à l'autre, tant en termes de modes que de desserte, de fréquence, de confort et de coût.

2.4.1. Des réseaux urbains essentiellement construits autour du bus

Chaque agglomération a développé des systèmes de transports urbains particuliers, même si le bus apparaît comme le mode principal, majoritairement présent au sein des trois réseaux. Toutefois, La Rochelle a profité de sa situation littorale pour proposer des services de transports en commun reliant des quartiers entre eux par voie navigable. Un bus de mer thermique, remplacé en mai 2009 par deux navettes maritimes électrosolaires, constitue une ligne régulière (accessible 7j/7, toutes les 30 min ou 1h) entre le Vieux Port et le Port des Minimes. A celui-ci s'ajoute un passeur électrique (accessible 7j/7 à la demande), permettant une traversée du chenal séparant les deux rives du Vieux Port. L'agglomération de Limoges se distingue, quant à elle, par l'existence de cinq lignes de trolleybus, mode emblématique de la ville depuis 1943. Dans la mouvance actuelle de redéploiement du tramway, ces deux agglomérations ont également ambitionné d'imiter de nombreuses villes françaises. L'agglomération rochelaise aspirait particulièrement à la mise en place d'une ligne de tramway, notamment dans l'éventuelle perspective de l'accueil des épreuves de voile des Jeux Olympiques de 2012. Mais l'échec de la candidature de Paris à l'organisation des JO a gelé le projet, faute de subventions suffisantes. Des tests ont cependant été menés, et devraient se poursuivre, dans le quartier des Minimes pour le développement possible du tramway à La Rochelle. Les objectifs consistent à évaluer de nouvelles technologies tout en essayant de diminuer les coûts d'investissement. Cependant, pour une agglomération moyenne comme celle de La Rochelle, un tel projet risque de ne pas aboutir pour des raisons financières évidentes. Le même constat vaut aussi pour Limoges, où la mise en œuvre d'un tramway, évoquée à plusieurs reprises, n'a jamais paru véritablement judicieuse d'un point de vue financier. A l'opposé, le tramway est devenu le mode emblématique de Clermont-Ferrand, depuis la mise en service d'une ligne en octobre 2006 ; il reste minoritaire au sein du réseau, face à la prépondérance des bus, mais bénéficie d'une image moderne et attractive pour la population. De fait, ce mode a rencontré un succès dépassant même les espérances, avec une moyenne de 40 000 voyages par jour. Pour faire face à cette affluence inattendue, de nouvelles rames ont été achetées afin d'augmenter la fréquence, l'objectif étant d'atteindre un passage toutes les quatre minutes aux heures de pointe.

C'est donc le bus qui constitue la base des réseaux de transports publics des agglomérations de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand. Si ce mode représente une source d'émissions polluantes, des efforts ont été menés pour renouveler les parcs, trop anciens, dans le but de mettre en circulation des véhicules dotés de technologies permettant de réduire l'impact sur la qualité de l'air.

2.4.2. Des parcs de bus de plus en plus orientés vers le respect de l'environnement

A Limoges, tous les bus du parc ne sont pas encore équipés de systèmes antipollution : seuls les plus récents, soit moins de la moitié du parc, sont dotés de filtres à particules et pots

catalytiques. Mais depuis le courant de l'année 2006, deux nouveaux bus articulés fonctionnent au Gaz Naturel Véhicule (GNV). A Clermont-Ferrand, le réseau urbain a davantage accéléré l'équipement de ses bus. Un tiers du parc diesel est équipé de filtres à particules, une grande partie des bus utilise du gasoil dessouffré, et 30% des véhicules fonctionnent au GNV (Gaz Naturel pour Véhicules). L'âge moyen de ce parc s'élève à huit ans, ceci conduisant le SMTC à prévoir un renouvellement pluriannuel de la flotte. Il était envisagé d'acquérir 11 nouveaux bus en 2009-2010. L'avantage de ce nouveau matériel repose d'une part sur sa meilleure accessibilité, mais également sur ses moindres émissions polluantes (les nouveaux bus étant équipés des technologies de dépollution disponibles). En outre, les trolleybus ou tramway équipant, en partie, les réseaux de Limoges et Clermont-Ferrand présentent, bien sûr, des avantages environnementaux : ces modes fonctionnant à l'énergie électrique, aucun polluant n'est émis.

A La Rochelle, la particularité du réseau urbain repose surtout sur le degré d'investissement de l'agglomération en matière environnementale, mis en avant par le programme européen Civitas auquel elle adhère depuis 2003 (<http://www.civitas-initiative.org/>). Au premier abord, le dispositif de transports publics de l'agglomération de La Rochelle semble être le moins respectueux de la qualité de l'air : les bus émettent en effet des substances polluantes que n'émettent pas les trolleybus de Limoges ou le tramway de Clermont-Ferrand. Mais sur ces dernières agglomérations, les modes non polluants ne représentent qu'une petite partie du réseau total, le reste des dessertes étant opéré au moyen de bus. Or, parmi ces trois parcs de bus, celui de La Rochelle est sans doute le parc dont l'impact sur l'environnement local est le moins nocif : la totalité des véhicules est équipée en systèmes de réduction des émissions polluantes. Certains bus roulent au diester (carburant élaboré à partir du colza et du tournesol), les autres sont équipés de filtres à particule. En outre, les 22 derniers véhicules acquis ("Crossway Irisbus Low Entry") sont conformes aux exigences de la norme européenne Euro 5 et, de ce fait, à l'origine d'une moindre pollution chimique et particulaire (sept fois moins d'émissions que les anciens bus). Enfin, 10 nouveaux bus sont quant à eux équipés de filtres à particules avec additif catalytique respectant la norme EEV (Enhanced Environmentally Vehicles), norme européenne la plus récente et la plus exigeante. L'agglomération est une des premières en France à équiper son parc de ce type de véhicules et a bénéficié pour ce faire de fonds européens pour le soutien d'expériences innovantes de transports publics, émanant du programme Civitas.

2.4.3. Une évolution obligatoire vers une plus grande accessibilité des véhicules : un objectif dépassant la cadre de l'environnement

Dans un registre différent, le réseau urbain de La Rochelle est également celui qui a le plus investi dans l'accessibilité de ses véhicules aux Personnes à Mobilité Réduite (PMR). Les trois communautés d'agglomérations ont, certes, fait évoluer leur matériel, mais celle de La Rochelle s'est davantage impliquée dans cette action. Tous ces investissements permettent de répondre aux exigences de la loi « pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées » du 11 février 2005 et au décret datant du 9 février 2006 (n°2006-138 relatif à l'accessibilité du matériel roulant affecté aux services de transport public terrestre de voyageurs). Celui-ci redéfinit le critère d'accessibilité : « le matériel roulant (véhicules routiers tels que autobus, autocars et transports publics) doit être accessible aux personnes en situation de handicap et aux personnes à mobilité réduite dans des conditions d'accès égales à celles des autres catégories d'usagers, avec la plus grande autonomie possible et sans danger ». Ces obligations, qui figurent également dans les PDU, montrent que les politiques de déplacements urbains s'orientent vers des domaines qui

s'éloignent des préoccupations de pollution de l'air, pour inclure des thématiques d'équité sociale.

A La Rochelle, les réalisations ont devancé la législation nationale, ceci démontrant la double volonté locale de favoriser l'aide aux PMR et l'évolution des transports alternatifs à la voiture. En 2003, 20% des bus du réseau de la RTCR et 10% des arrêts étaient accessibles. En 2005, ce sont 45% des bus qui le sont grâce à une rampe d'accès, un plancher bas intégral, un espace réservé aux usagers en fauteuil roulant, des barres de maintien et des valideurs de titres accessibles aux PMR. Plusieurs quais ont été surélevés afin de permettre un accès de plain-pied (figure 77) et le niveau d'accessibilité y est désormais indiqué. En 2009, 60% des arrêts et leur cheminement d'accès, ainsi que 72% des bus sont accessibles aux PMR. Les bateaux (le passeur électrique et les bus de mer) sont, eux aussi, accessibles aux PMR. De plus, l'ensemble des bus est équipé d'un système d'annonces sonores des prochains arrêts et il est envisagé de proposer également des informations sonores aux arrêts. Tout ceci présente un avantage pratique pour tous les usagers mais contribue également à renforcer l'aide aux PMR.

A Clermont-Ferrand, la création de la première ligne de tramway, en 2006, a permis la mise en accessibilité totale de l'axe A (Nord-Sud). En effet, les arrêts et les véhicules sont accessibles à tous et il en est de même pour les parcs-relais (du parc à la station de tramway, puis de la station à la montée dans le tramway). Les véhicules bénéficient notamment d'un plancher situé à hauteur des quais, de larges couloirs et d'emplacements réservés aux fauteuils roulants. Cependant, si cela existe en théorie, la réalité est quelque peu différente : les rames étant souvent assez fréquentées, la place disponible est restreinte, *a fortiori* pour des personnes en fauteuil roulant ou éprouvant des difficultés à se déplacer. Tous ces avantages doivent être adaptés au réseau de bus, comme cela a été réalisé en priorité sur l'axe B (Est-Ouest), ayant vocation de devenir une ligne à haut niveau de service (via notamment de fortes fréquences de passage et des tronçons en site propre) ; cette ligne est désormais totalement accessible aux PMR (quais et véhicules). Enfin, un renouvellement du parc a été engagé en 2006 à Limoges, les véhicules étant trop anciens et ne permettant pas l'accessibilité des PMR (en raison de marches d'accès – figure 77). La communauté d'agglomération s'est donc orientée vers un renouvellement des véhicules du réseau TCL : 14 nouveaux trolleybus "Cristalis" et 17 bus "Citelis" (15 bus standards et 2 bus articulés) ont été mis en service entre 2006 et 2008. Ces derniers disposent tout particulièrement d'un plancher bas et plat aux trois portes, contrairement aux trolleybus ou bus précédents. Ce type de conception doit permettre de faciliter les entrées et sorties pour l'ensemble des personnes à mobilité réduite, et aussi pour les usagers possédant par exemple une poussette pour enfants. Ce renouvellement va se poursuivre et une consultation est en cours pour l'acquisition, d'ici à 2011, de cinq nouveaux véhicules destinés au transport des personnes à mobilité réduite.



Figure 77 : Exemples d'accessibilité des véhicules des réseaux urbains
(Photos : LM Glandus)

Enfin, des services spécifiques de transport sont également dédiés aux personnes à mobilité réduite (titulaires d'une carte d'invalidité à hauteur de 80% minimum ou étant autorisées par une commission). Ceux-ci sont accessibles tous les jours de la semaine et nécessitent une réservation, selon le principe du Transport à la Demande (TAD), sur l'ensemble des communes de chaque communauté d'agglomération. A Clermont-Ferrand et Limoges, les parcs ne se composent, respectivement, que de cinq et quatre minibus (sur les communes de Limoges et de première couronne uniquement, le service étant assuré par un taxi sur les autres communes). Mais à La Rochelle, l'offre est plus développée, avec deux services de transport spécialisé. Le premier, proposé par le Groupement pour l'Insertion des personnes Handicapées Physiques (GIHP), s'opère grâce à 10 minibus. Le second correspond à un véhicule aménagé pour accueillir un fauteuil roulant et quatre accompagnateurs.

Si le choix des modes et la modernisation du parc constituent des atouts pour accroître l'attractivité des transports en commun, ils ne peuvent malgré tout suffire à former un réseau capable de concurrencer la voiture. Le développement du tramway semble, certes, susciter un certain engouement, ce mode bénéficiant d'une image positive et d'un pouvoir d'attraction supérieur à celui d'un système de bus (FitzRoy, Smith, 1998 ; Certu, ADEME, 2002). Mais ce choix reste contraint par des limites budgétaires. Les agglomérations non pourvues de ce mode en vogue ne doivent pas pour autant être condamnées à des images d'espaces

rétrogrades aux réseaux dépassés. Les principales qualités de ceux-ci résident surtout dans leur tracé, par l'intermédiaire des dessertes et des fréquences de passage qu'ils proposent aux usagers.

2.5. Des dessertes plus ou moins cohérentes avec l'organisation urbaine

L'enquête menée à Limoges en 2006, au sein des communes de l'unité urbaine, met en avant que les améliorations relatives aux transports en commun doivent principalement porter sur la desserte. Ce critère prend donc une place importante dans l'étude des réseaux urbains et doit être particulièrement pris en considération dans les politiques de déplacements. Mais à l'amélioration de la desserte est également associée l'amélioration des fréquences de passage. L'association de ces deux données révèle que la qualité de l'offre en transports collectifs repose, aux yeux des habitants, sur l'accès à une ou plusieurs lignes à proximité du domicile et sur des passages réguliers et nombreux tout au long de la journée. Ceci est également confirmé par une enquête menée par la communauté d'agglomération de La Rochelle, où les principales attentes des habitants portent également sur une amélioration des horaires et des fréquences de passage.

Au regard des améliorations apportées dans la lignée des PDU, les réseaux de Clermont-Ferrand et de La Rochelle ont connu les modifications les plus importantes.

2.5.1. Des améliorations plus marquées à La Rochelle et Clermont-Ferrand

C'est sans doute au sein de l'agglomération clermontoise que le réseau urbain a connu la réorganisation la plus grande. La mise en service de la ligne de tramway (longue de 14 km), en octobre 2006, a en effet permis une amélioration de l'offre du réseau de bus, organisé autour de 21 lignes. La ligne de tramway (Nord-Sud) constitue désormais l'axe structurant du réseau, à partir duquel s'organisent les autres lignes (figure 78). L'implantation d'un tramway s'inscrit généralement dans une logique de redistribution de l'espace public comme de la voirie et permet d'améliorer la complémentarité entre les différents modes de transport, les bus devant avoir une fonction de rabattement sur les axes lourds (Certu, ADEME, 2002). Le tramway parcourant des itinéraires jusqu'alors réalisés par des bus, les bus "gagnés" ont été redéployés sur d'autres lignes du réseau de l'agglomération, permettant d'accroître la desserte en termes d'espace et de temps.

Comme l'indique le SMTC dans les divers documents destinés à valoriser la ligne de tramway (brochures papier, site Internet du réseau T2C), celle-ci présente l'avantage d'offrir une desserte pour de multiples espaces potentiellement attractifs en termes d'emplois et de visites, et pour des sites scolaires, commerciaux, culturels et sportifs. La ligne permet ainsi d'accéder à 10 pôles d'enseignement supérieur (facultés, écoles, bibliothèques), 76 établissements scolaires, 15 complexes sportifs (stades Gabriel Montpied, Marcel Michelin, patinoire, ...), 15 centres culturels (médiathèques, opéra municipal, ...), 10 établissements de santé (CHU, hôpitaux, cliniques), 22 services publics (archives, préfecture, ...), 2 000 commerces. Le centre historique, avec ses rues commerçantes, est notamment desservi. L'espace ainsi couvert (soit des zones situées à moins de 500 m de la ligne) dessert, selon le SMTC, 75 000 habitants, 20 000 étudiants et 17 000 scolaires, ainsi que 54 000 emplois (représentant 40% des emplois de l'agglomération). Ce tracé avait été rejeté par l'enquête publique qui exigeait une station au niveau de la gare SNCF, mais le SMTC a malgré tout validé ce choix initial (pour des raisons politiques plutôt officieuses). Toutefois, la gare centrale est desservie par la ligne B (Est-Ouest), deuxième ligne structurante du réseau urbain.

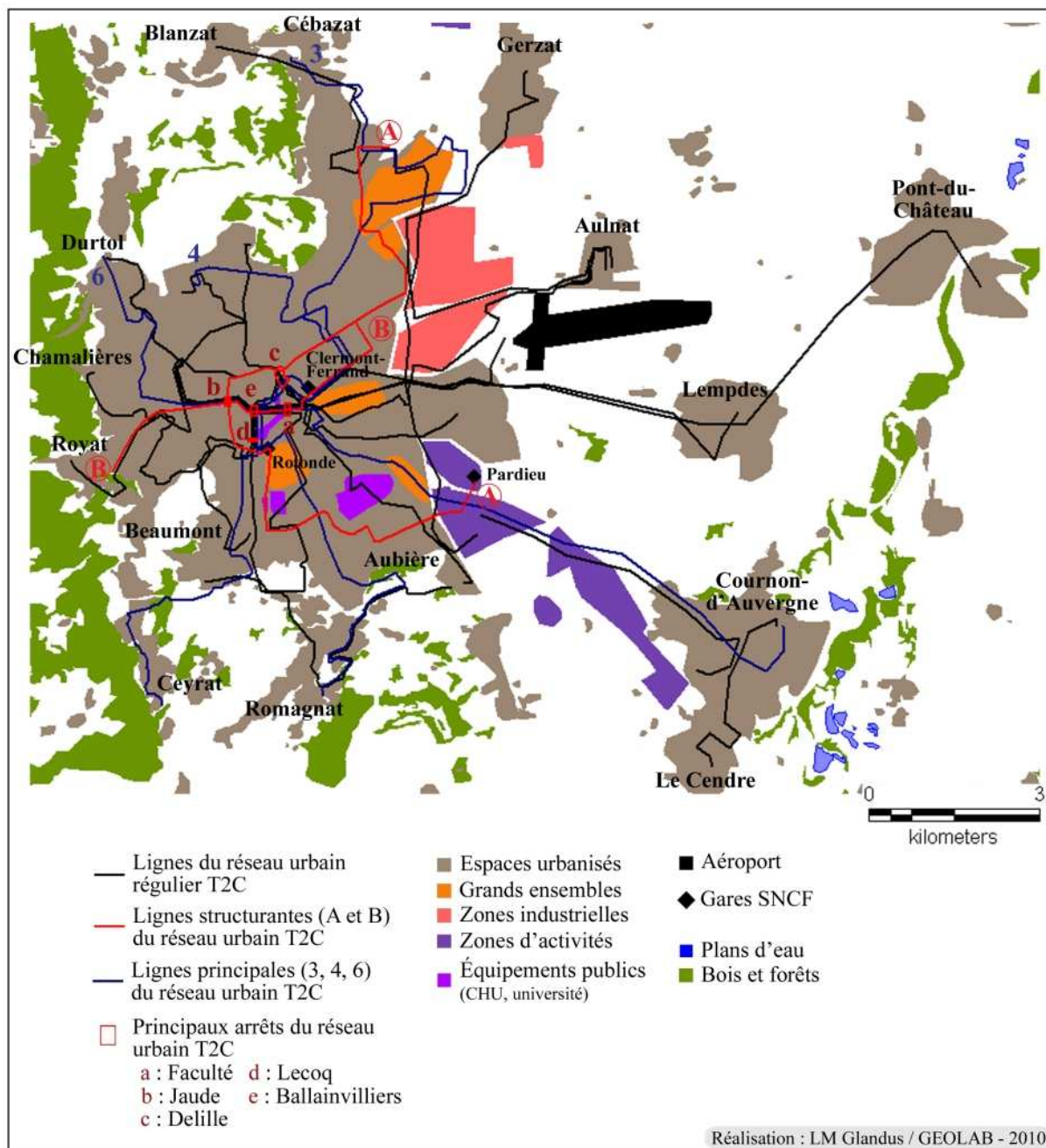


Figure 78 : Réseau urbain de la communauté d'agglomération de Clermont-Ferrand
 (Source : T2C, 2008-2009)

Les deux lignes fortes du réseau T2C (A et B) proposent des dessertes tous les jours de la semaine : de 5h à plus de minuit pour la ligne A et de 5h à plus de 23h pour la ligne B. A cela s'ajoutent dix lignes de bus desservant le centre-ville, deux lignes de rabattement sur le tramway, une ligne de rocade et des lignes de quartier. Mais l'essentiel de la fréquentation se concentre en réalité sur seulement cinq lignes du réseau : les lignes A, B, 3, 4 et 6 canalisent 75% de la fréquentation totale. Si les deux premières (A et B) constituent les deux lignes structurantes du réseau (nord-sud et est-ouest), les trois autres lignes desservent de multiples pôles d'attraction de l'agglomération : centre-ville, secteur de La Pardieu, universités, gare SNCF, usine Michelin de Cataroux, mais aussi plusieurs communes (Romagnat, Aubière, Cébazat, Ceyrat, Beaumont, Cournon-d'Auvergne et Durtol). Les fréquences de

passage en semaine sur ces cinq lignes sont également les plus élevées, ceci constituant un atout pour les usagers. La fréquence du tramway est d'un passage toutes les 6 min en heure de pointe et 8 min en heure creuse, les passages étant plus fréquents que sur les lignes de bus. La fréquence de passage des bus de ligne B a, quant à elle, été renforcée après la mise en service du tramway : les nouvelles fréquences sont de l'ordre d'un passage toutes les 8 min en heure de pointe et 10 à 15 min en heure creuse. Quant aux lignes 3 et 4, elles présentent des écarts de passages compris en moyenne entre 10 et 13 min en heure de pointe, avec un temps légèrement supérieur en heure creuse. Les bus circulent environ toutes les 15 min en heure de pointe sur la ligne 6, les temps d'attente entre deux véhicules dépassant parfois les 20 min en heure creuse. Les passages sont toutefois moins fréquents sur les communes de périphérie.

Au réseau régulier s'ajoutent également des "services usines". Ceux-ci correspondent à des lignes spécifiques, ouvertes à tous les usagers au tarif normal du réseau, qui desservent plusieurs sites industriels à des horaires spécifiques pour mieux répondre aux besoins de déplacement des salariés travaillant à des heures particulières (très matinales et tardives). Sur le même principe existent aussi des "services scolaires" assurant la desserte de nombreux établissements (écoles, collèges et lycées) des communes de l'agglomération clermontoise, à des horaires correspondant aux entrées et sorties des élèves.

Selon le SMTC, il serait maintenant envisagé de renforcer la ligne B du réseau, soit en intensifiant la fréquence de passages des bus existants en développant des voies en site propre tout le long du parcours, soit en implantant une nouvelle ligne de tramway. L'objectif affiché est de doter le réseau urbain de deux lignes fortes de transport public en site propre : une ligne Nord - Sud empruntée par le tramway (ligne A actuelle) ; une ligne Est - Ouest de bus (ligne B actuelle). Dans ce contexte, un autre projet consiste à étendre la ligne A de tramway vers le nord de Clermont-Ferrand, ceci entrant dans le cadre des travaux de l'Agence Nationale pour la Rénovation Urbaines (ANRU). Cette extension permettrait de desservir le quartier des Vergnes qui doit être modernisé et restructuré. La ligne comprendrait alors trois nouvelles stations. Ce projet a été accepté et sa réalisation est en cours, même si aucune date d'achèvement ne peut encore être fixée du fait des contraintes budgétaires auxquelles est confronté le SMTC. *A priori*, compte tenu de celles-ci, la mise en place d'un nouveau tramway semble compromise. En mai 2010, la Chambre régionale des comptes d'Auvergne a souligné les importantes difficultés financières rencontrées par le syndicat mixte, dont l'endettement dépasse les 245 M d'euros. Celui-ci est en grande partie dû à une hausse des coûts d'exploitation liés à la mise en service du tramway. Tout nouveau projet, relatif à l'extension de la ligne actuelle ou à la création d'une seconde ligne, ne peut donc être réalisé sans une augmentation de la participation des financeurs (entreprises redevables du Versement Transport, usagers ou collectivités locales). Le Versement Transport a déjà été augmenté à son taux plafond (1,80%) en mai 2009. Une contribution accrue des autres partis reste donc possible mais pose le problème de l'attractivité des transports publics face à une élévation du coût des déplacements.

A La Rochelle, si le réseau urbain ne s'est pas enrichi d'une ligne de tramway, des améliorations ont tout de même été apportées, aussi bien du point de vue de la desserte, des horaires que de l'aspect pratique. Dans un premier temps, les fréquences ont été accrues en janvier 2006 sur les deux lignes les plus fréquentées du réseau, les lignes 1 et 2. Désormais, les passages sont proposés toutes les 10 min en heure de pointe (entre 6h20 et 8h30 environ puis entre 17h30 et 19h environ). Cette amélioration aurait eu un impact bénéfique sur la fréquentation qui a progressé de 20% sur la ligne 1 et de 15% sur la ligne 2 entre janvier et septembre 2006. Ensuite, la communauté d'agglomération souhaitait faire évoluer l'ensemble du réseau de bus en modifiant la desserte et les horaires de passage.

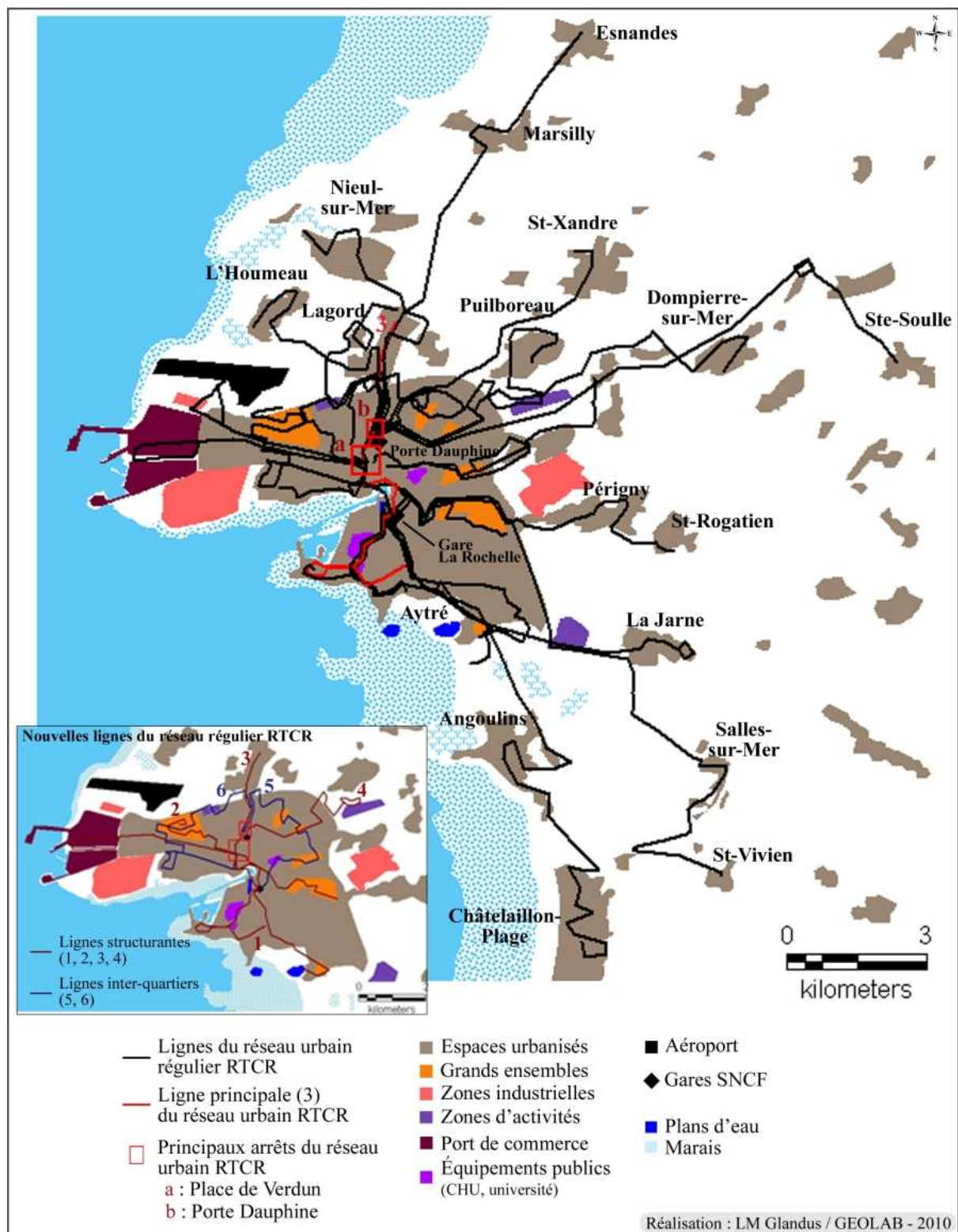


Figure 79 : Réseau urbain de la communauté d'agglomération de La Rochelle

(Source : RTCR, hiver 2009 et mai 2010)

La figure 79 (grande carte) fait état du réseau urbain à la fin de l'année 2009. Mais le PDU préconisait d'instaurer, à l'horizon 2010, une desserte inter quartiers, davantage de dessertes de périphérie à périphérie et une desserte plus fine des quartiers et des zones

d'activités. En particulier, la création d'une ligne de bus en site propre était envisagée dans le quartier des Minimes. Celui-ci constitue un quartier en pleine croissance, grâce à l'implantation de l'université, mais aussi grâce aux activités artisanales liées à la navigation de plaisance et à l'installation d'administrations. Le nombre d'habitants (en majorité composés d'étudiants) et d'emplois qui y augmente d'année en année, en fait un secteur d'avenir. Ainsi, la communauté d'agglomération souhaite y développer les transports collectifs afin d'accroître sa valorisation et la création d'un site propre répond à ces volontés.

Ces projets se sont concrétisés à partir de juin 2009 et se sont poursuivis à l'automne 2009 avec la mise en place d'une nouvelle offre de transports publics, nommée Yélo (faisant référence à la couleur jaune des premiers vélos mis en service – Yellow en anglais). L'innovation majeure s'est traduite par l'instauration de la carte Yélo, le 1^{er} juin 2009. Cette carte à puce constitue un titre de transport unique, donnant accès à l'ensemble des moyens de transport de l'agglomération (bus, bus de mer, passeur, vélos, taxis Autoplus, voitures électriques, train TER entre La Rochelle et Rochefort) et aux parcs relais, ceci dans le but de favoriser l'intermodalité.

Au début de l'année 2010, les 23 lignes régulières de semaine ont connu des changements d'itinéraires, avec la suppression de certaines et la création de nouvelles.

La restructuration du réseau s'est organisée autour de 16 lignes desservant les communes de première couronne et sept lignes pour les communes de deuxième couronne. Entre La Rochelle et la première périphérie, le réseau de bus s'appuie notamment sur quatre grandes lignes dites "structurantes" (1, 2, 3 et 4) et deux lignes (5 et 6) reliant directement les principaux quartiers d'habitation entre eux (figure 79, petite carte).

- Ligne 1 : entre le port de commerce de La Pallice à l'ouest et la commune d'Aytré au sud, via notamment la place de Verdun (pôle d'échanges en centre-ville) et la gare SNCF ;
- Ligne 2 : entre les quartiers d'habitat social de Mireuil à l'ouest et de Villeneuve-les-Salines à l'est, via notamment la place de Verdun, l'hôpital et le parc relais Jean Moulin ;
- Ligne 3, dite "Illico" : entre le parc relais des Greffières sur la commune de Lagord au nord et le quartier des Minimes au sud, via notamment la gare SNCF Porte Dauphine, la place de Verdun, la gare SNCF et le Plateau nautique ;
- Ligne 4 : entre la place de Verdun au centre de La Rochelle et la zone commerciale de Beaulieu sur la commune de Puilboreau à l'est ;
- Ligne 5 : entre le lycée Vieljeux au nord de la place de Verdun et la gare SNCF, via les quartiers de Lafond, Beauregard, Saint-Éloi et Rompsay à l'est de la ville ;
- Ligne 6 : entre la place de Verdun et le lycée Vieljeux, via les quartiers de Port-Neuf et du Mireuil à l'ouest de la ville.

Ces lignes structurantes ont pour mission d'offrir une amplitude horaire étendue et des fréquences de 10 ou 15 min en heure de pointe. La ligne 3, nommée "Illico", correspond à une voie de BHNS (Bus à Haut Niveau de Service), dont 80% doivent être en site propre. Cet axe nord-sud s'étend sur une distance d'environ 8 km entre le parc relais des Greffières situé sur la commune de Lagord au nord et le quartier des Minimes au sud de La Rochelle. Comme toute ligne de ce type, il constitue l'épine dorsale du réseau, avec des fréquences de passage, entre 6h et 22h, de 10 min en semaine et de 15 min le samedi et une desserte effectuée par des bus neufs plus confortables. Avant sa mise en service complète en janvier 2010, une portion fonctionnait déjà depuis l'année 2004 entre les locaux de la Maison de la Charente-Maritime située au sein du quartier des Minimes et la gare SNCF, sur une distance d'environ 4,5 km. La

voie était alors empruntée par trois lignes du réseau (10, 17 et 19), dont les itinéraires sont désormais modifiés.

Le réseau de bus desservant les communes de deuxième couronne (Dompierre-sur-Mer, Esnandes, La Jarne, Marsilly, Nieul-sur-Mer, Sainte-Soulle, Saint-Vivien, Saint-Xandre et Salles-sur-Mer) a été amélioré en termes de fréquence et d'amplitude horaire. Les sept lignes relient ces communes aux principaux pôles de la commune-centre (pôle d'échanges place de Verdun, gare SNCF et hôpital notamment) et proposent également des trajets plus directs permettant de restreindre la durée des déplacements. Les passages sont désormais plus nombreux, avec des fréquences variant entre 30 min et 1h selon les lignes, et les horaires ont été adaptés aux déplacements domicile-travail et aux loisirs extra-scolaires. De surcroît, deux lignes à vocation scolaire, mais ouvertes à tous les usagers, complètent les dessertes opérées par ces lignes régulières de deuxième couronne, aux heures de rentrée et de sortie des établissements.

Enfin, les 21 lignes du réseau de la Société des Transports en Commun de Limoges (STCL) n'ont pas été grandement modifiées depuis la validation du PDU, en 2003 (figure 80). Le principal changement a consisté, à la fin de l'année 2009, en un renforcement de la desserte du secteur sud de la ville (parc d'activités Magré-Romanet, nouvelle clinique Chénieux) en proposant une liaison directe avec l'hypercentre, par le biais d'un prolongement de la ligne 4 de trolleybus. Un aménagement spécifique doit permettre une meilleure circulation des véhicules de transports en commun : le carrefour formé par les rues Santos Dumont, de Toulouse et l'avenue du Golf a été aménagé en giratoire et présente la particularité de pouvoir être traversé par les véhicules de transports en commun, les rendant de ce fait prioritaires. En dehors de cette modification, il est fortement envisagé d'améliorer les conditions de circulation de la ligne 10 (entre Beaubreuil et Ch. LeGendre), afin d'en faire un axe fort du réseau. Celle-ci est déjà très fréquentée : du quartier de Beaubreuil au nord, elle dessert notamment le technopôle d'Ester, le centre-ville et le pôle du CHRU. Mais les horaires sont rarement respectés. Il est donc prévu d'aménager son cheminement en site propre, donnant priorité à la circulation des transports en commun. Ceci permettra d'accroître la vitesse de circulation, de mieux respecter les horaires et d'améliorer la fréquence des passages : 7 min contre 10 actuellement.

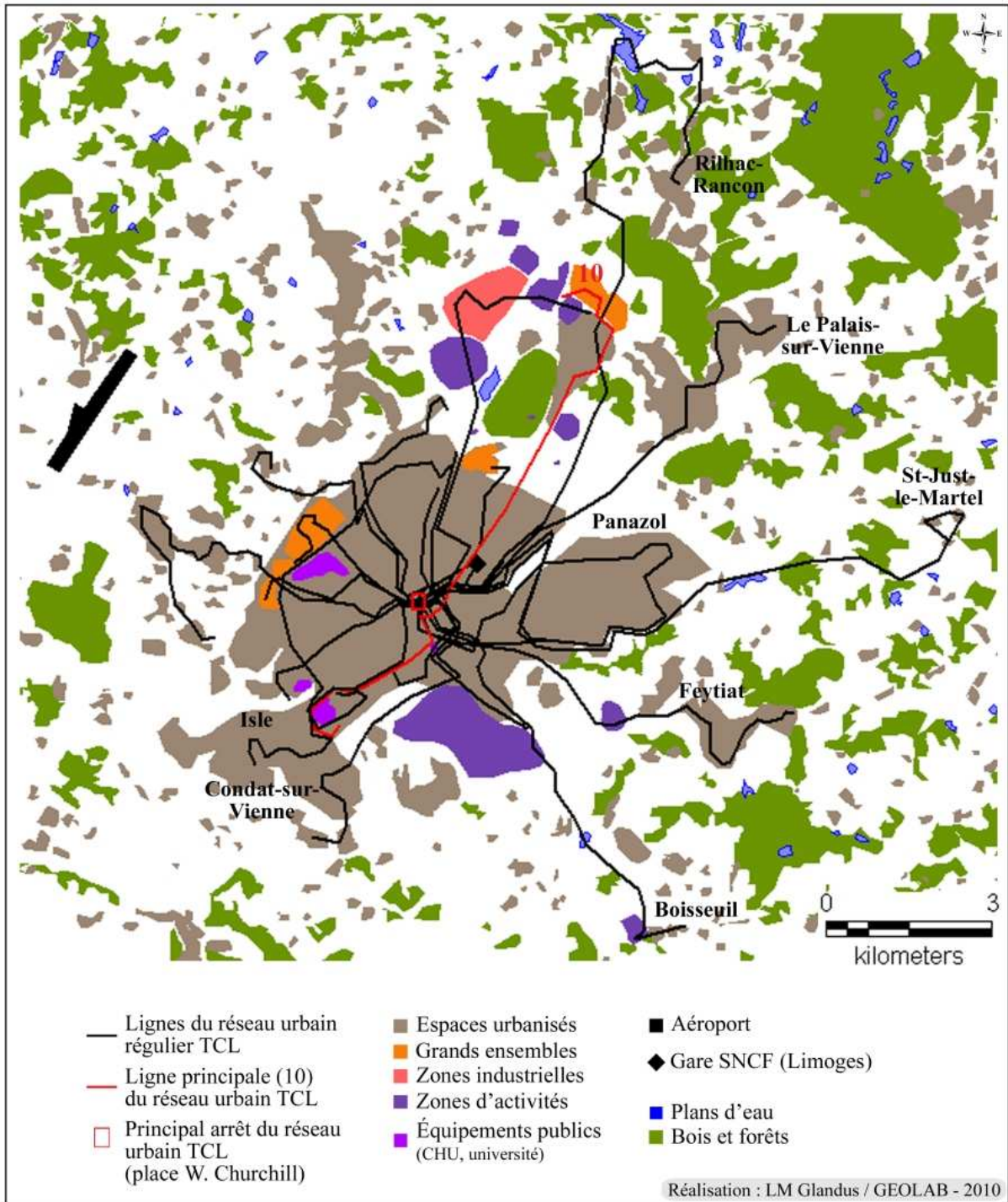


Figure 80 : Réseau urbain de la communauté d'agglomération de Limoges
(Source : TCL, 2008-2009)

2.5.2. Une desserte insuffisante des communes périphériques

La prise en considération récente des nombreux déplacements automobiles comme l'une des causes majeures de la pollution de l'air doit s'appuyer sur des aménagements urbains spécifiques. Les trajets quotidiens intra agglomération constituant le véritable problème en zone urbaine, il apparaît nécessaire que des décisions soient prises dans le sens d'une restructuration des modes de transport. Le but principal des politiques de déplacements est de permettre la réduction de la place de la voiture particulière dans les trajets quotidiens du domicile au lieu de travail, au centre-ville ou encore aux zones commerciales. Le relatif abandon de l'automobile par les habitants doit permettre un report partiel de l'usage du véhicule personnel sur l'utilisation des transports en commun, la pratique de la marche ou du vélo. Mais les efforts doivent tout particulièrement porter sur la desserte publique des communes de périphérie, celles-ci se trouvant depuis de nombreuses années dans une phase de croissance impliquant une augmentation du nombre de déplacements. Cette situation ayant pour corollaire une hausse des émissions polluantes associée à de plus forts encombrements des voies de circulation, il semble utile qu'une politique urbaine soit menée sur deux plans principaux : l'amélioration de l'offre en transports collectifs dans un premier temps ; puis la maîtrise de l'urbanisation périphérique. La situation à Limoges et sa périphérie fait d'ailleurs apparaître l'existence de réelles attentes des populations.

L'espace couvert par les PDU (qui correspondent aux Périmètres de Transports Urbains – PTU) est celui sur lequel les communautés d'agglomération peuvent intervenir et proposer une desserte en transports urbains. Néanmoins, se pose le problème de l'intégration de communes rurales peu densément peuplées. Celles-ci doivent normalement bénéficier d'un service de transports collectifs au même titre que les autres communes du PTU. Mais le nombre d'usagers y étant limité, la rentabilité de la desserte se trouve affectée et une adaptation du service est nécessaire pour des raisons financières. De ce fait, les communes composant les espaces de deuxième couronne, dont un nombre inférieur d'actifs travaille sur les territoires des communes centres (25% au moins, contre 40% en première couronne), ne constituent qu'une cible secondaire des réseaux urbains. Ce choix s'explique grandement par la densité parfois faible de l'habitat sur certaines de ces communes, ne générant pas un nombre suffisant d'usagers. Pourtant, ces espaces constituent les espaces les plus attractifs pour la population depuis plus d'une décennie. Il s'opère ainsi de multiples déplacements quotidiens à partir de ces espaces, où les habitants utilisent très majoritairement la voiture. Face à une offre alternative relativement pauvre, ce mode reste en effet le seul disponible. Cependant, dans un contexte de répartition anarchique des habitations, les réseaux urbains éprouvent nécessairement des difficultés à adapter leurs dessertes.

C'est à La Rochelle que le réseau urbain de semaine est le plus complet, les lignes régulières desservant la totalité des communes composant la communauté d'agglomération (figure 81). A Limoges, le réseau ne dessert que huit communes de périphérie sur les 16 que compte la communauté d'agglomération. Il s'agit de Rilhac-Rancon (ligne 18) pour la partie nord ; du Palais-sur-Vienne (ligne 8), de Panazol (lignes 12, 34, 40), de Feytiat (lignes 34, 35), de Boisseuil (ligne 15) et de Saint-Just-le-Martel (ligne 34) pour la partie est de l'agglomération ; de Condat-sur-Vienne (ligne 36) et d'Isle (ligne 12) pour la partie sud. Il en est de même à Clermont-Ferrand où le réseau urbain régulier dessert 15 communes autour de Clermont-Ferrand, parmi les 20 de l'agglomération clermontoise : Blanzat, Cébazat et Gerzat au nord ; Aulnat, Lempdes et Pont-du-Château à l'est de l'agglomération ; Aubière, Beaumont, Le Cendre, Ceyrat, Cournon-d'Auvergne et Romagnat au sud ; Chamalières, Durtol et Royat à l'ouest.

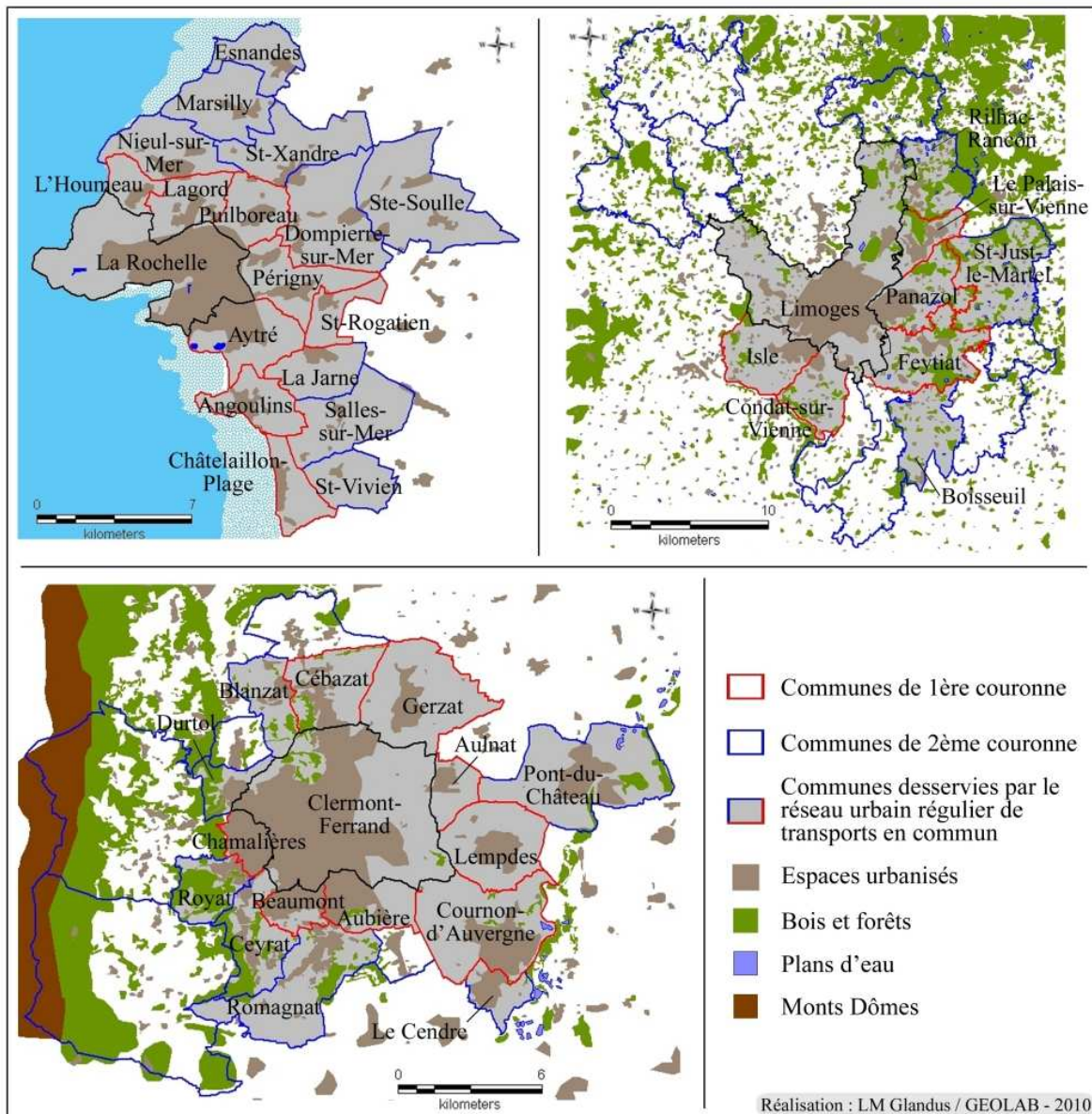


Figure 81 : Communes desservies par les réseaux urbains réguliers de transports en commun en semaine au sein des communautés d'agglomération

Aux réseaux urbains des communautés d'agglomération s'ajoutent également des liaisons proposées par les réseaux régionaux, et le réseau départemental à Limoges. Mais celles-ci sont assez restreintes, aussi bien en ce qui concerne les dessertes que les horaires, et se concentrent très majoritairement sur les communes de première couronne, renforçant les inégalités déjà existantes.

L'ensemble de ces dessertes périphériques se révèle ainsi inégal au sein même de chaque agglomération et très inégal d'une agglomération à l'autre, aussi bien pour les déplacements de semaine (du lundi au vendredi) que pour les voyages réalisés les week-ends et les jours fériés.

Les informations relatives aux horaires des dessertes opérées par les réseaux urbains des trois agglomérations sont présentées en annexe 5.

2.5.2.1. Des dessertes plus équilibrées entre communes à La Rochelle

L'offre urbaine du réseau de l'agglomération de La Rochelle apparaît plus complète que celle des réseaux de Clermont-Ferrand, et surtout de Limoges, bien que l'on pourrait l'envisager, *a priori*, plus faible, compte tenu d'une population moindre qu'au sein des deux autres agglomérations. Les fréquences de passage se révèlent, certes, inférieures à celles de Clermont-Ferrand, mais le développement du réseau présente un plus grand équilibre entre les espaces péri urbains (figure 82).

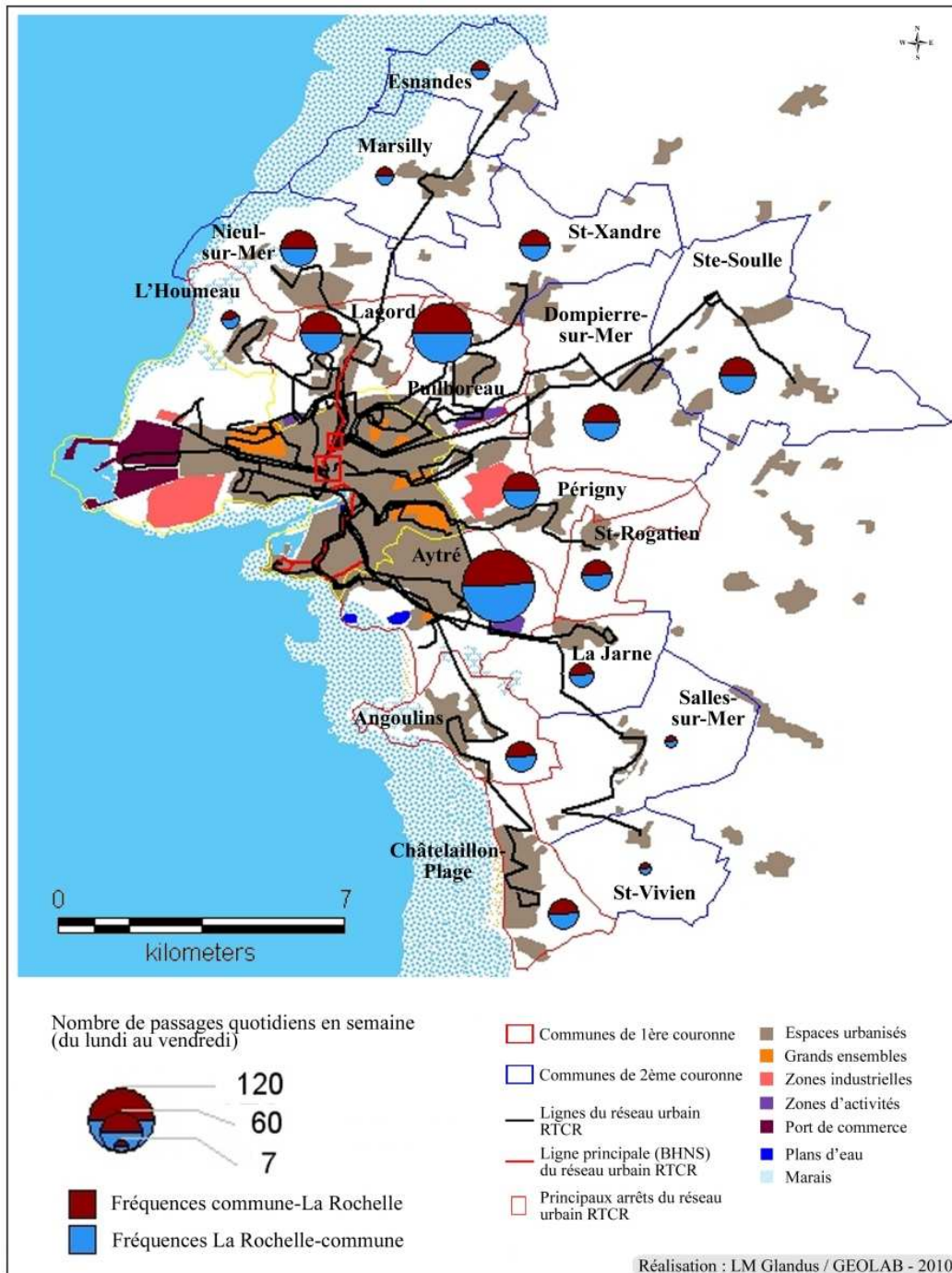


Figure 82 : Fréquences des passages quotidiens du réseau urbain au sein de la communauté d'agglomération de La Rochelle
(Source : Horaires RTCR Hiver 2009)

Grâce à la restructuration du réseau, l'ensemble des communes de deuxième couronne profite du passage de lignes régulières du réseau de bus, du lundi au samedi, avec des fréquences de passage accrûes en comparaison de ce qui existait avant la mise en œuvre de ces lignes, en juillet 2009.

Le réseau de deuxième couronne s'organise systématiquement autour de lignes mettant en relation plusieurs communes entre elles de façon à optimiser les voyages. A partir de la place de Verdun à La Rochelle, les lignes se dirigent vers les communes les plus éloignées en passant par les communes de première couronne et/ou de deuxième couronne se trouvant sur l'itinéraire. Cette structure permet ainsi de proposer une desserte, voire plusieurs, à chaque commune de l'agglomération et certaines bénéficient même du passage de plusieurs lignes. Mais les arrêts ne correspondent pas toujours au centre-bourg (comme c'est le cas avec la ligne 35 à Nieul-sur-Mer, la ligne 38 à Dompierre-sur-Mer et la ligne 39 à Sainte-Soulle). Les lignes se répartissent donc sur les espaces communaux afin de desservir des espaces excentrés plus isolés.

Des inégalités de desserte apparaissent cependant entre les communes. Celles de Puilboreau et surtout Aytré sont les mieux desservies avec le passage de plusieurs lignes de bus et des fréquences plus importantes. La présence de multiples lignes à des arrêts différents permet de couvrir un territoire plus étendu et de ne pas seulement desservir le centre-bourg. Par opposition, certaines communes de première couronne, à l'image de Périgny, Angoulins, Châtelaiillon-Plage, Saint-Rogatien et surtout L'Houmeau, ont accès à une offre bien moindre. La commune de Châtelaiillon-Plage a notamment perdu une ligne avec la restructuration du réseau récemment opérée, alors que dans le même contexte, celle de Périgny en a gagné une. Pourtant, Périgny et Châtelaiillon-Plage constituent des communes assez peuplées. Il semble donc que de façon générale, la desserte n'est pas liée à la population des communes, mais se concentre plutôt dans la partie dense de l'agglomération (figure 83). Les territoires communaux les moins bien reliés à la commune centre (Saint-Vivien et Salles-sur-Mer) correspondent, quant à eux, aux plus petites villes de l'agglomération en termes de population (environ 1 500 habitants en moyenne).

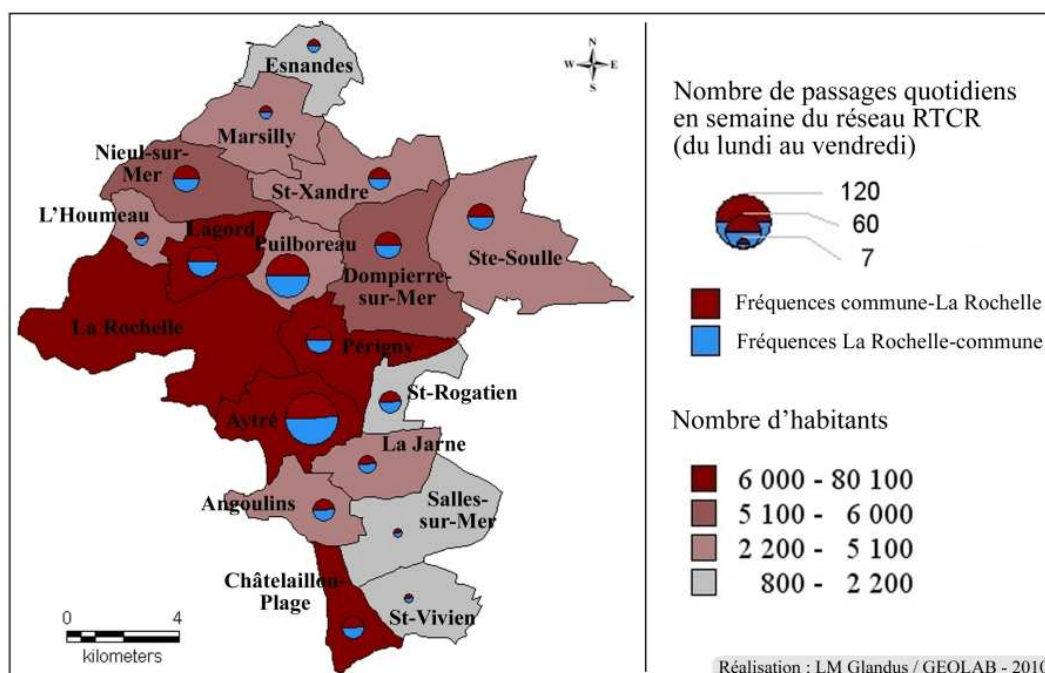


Figure 83 : Population de l'agglomération de La Rochelle et desserte en transports urbains (Sources : INSEE, RP 2006 ; Horaires RTCR Hiver 2009)

De plus, la desserte proposée par le réseau TER au sein du territoire de la communauté d'agglomération de La Rochelle montre un certain déséquilibre (figure 84) : seulement trois communes de première couronne sont desservies par le réseau régional, au départ et à l'arrivée des deux gares de La Rochelle (Porte Dauphine et Ville) : Aytré-Plage (non centre-ville, ceci démontrant une vocation plutôt touristique), Angoulins et Châtelaiillon-Plage.

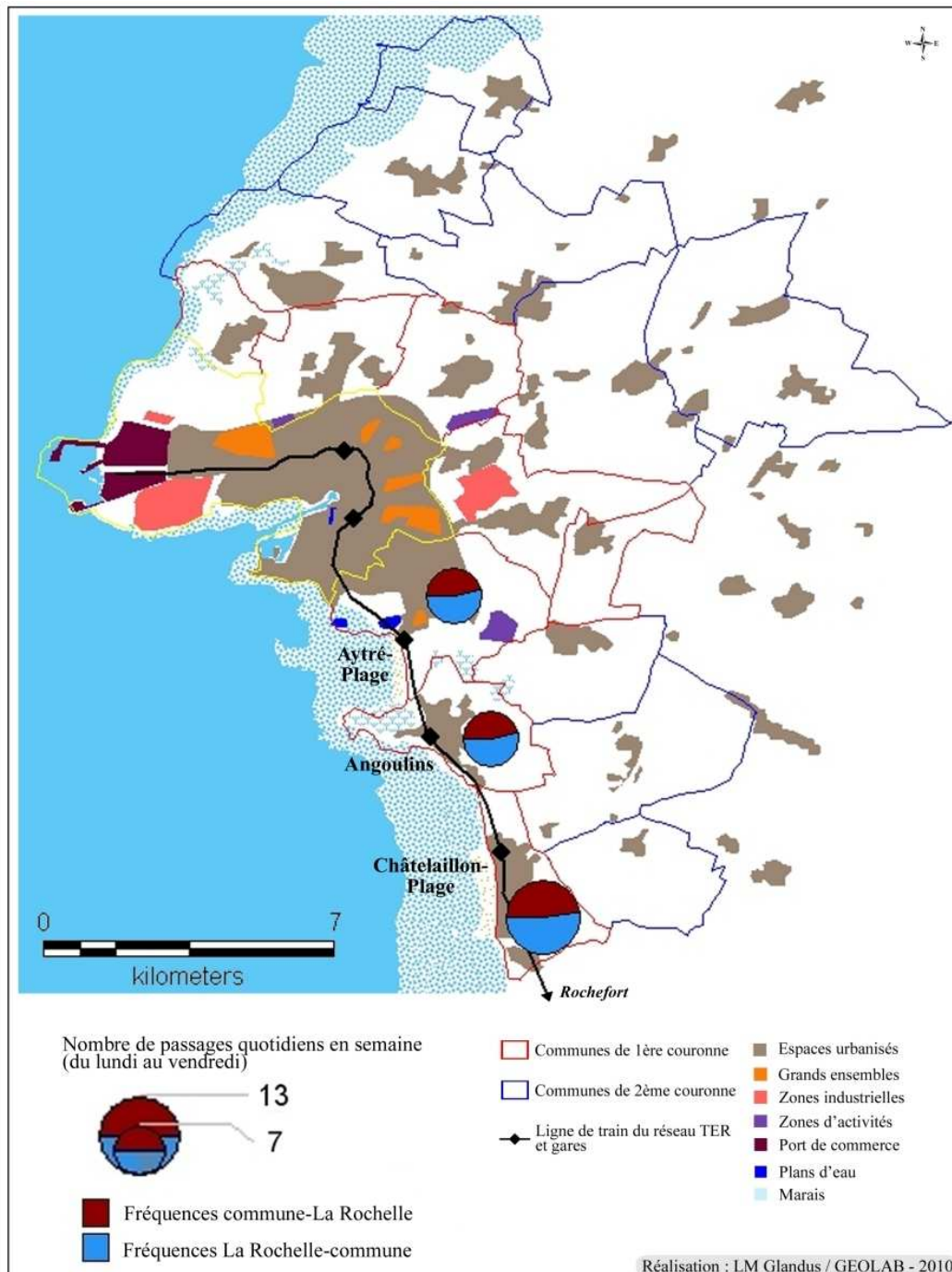


Figure 84 : Fréquences des passages quotidiens du réseau régional au sein de la communauté d'agglomération de La Rochelle

(Source : Horaires TER 2009)

Ces villes sont situées sur la ligne de train La Rochelle-Rochefort améliorée en 2008. Parmi elles, Châtelaiillon-Plage bénéficie d'une fréquence journalière de semaine³¹ (du lundi au vendredi) supérieure à celle des deux autres avec 12 départs vers La Rochelle et 13 arrivées de La Rochelle ; Aytré-Plage et Angoulins ne comptant, quant à elles, que 7 départs et 8 arrivées. Le réseau TER permet alors de renforcer l'offre du réseau urbain pour les habitants de Châtelaiillon, mais une inégalité apparaît tout de même fortement au sein de l'agglomération puisque la grande majorité des communes est exclue du réseau régional. Le déploiement de la desserte ferroviaire péri urbaine par la Région Poitou-Charentes, amorcé avec le développement de la ligne La Rochelle-Rochefort, doit se poursuivre dans les années à venir afin de fournir une vraie alternative à la route.

On peut également noter que la desserte du samedi par le réseau urbain (RTCR) est assez souvent similaire à celle de la semaine (du lundi au vendredi), aussi bien pour les communes de première que de deuxième couronne. Ceci permet d'offrir autant de possibilités pour les déplacements domicile-loisirs que domicile-travail. Cette situation contraste avec celle relevée sur les agglomérations de Clermont-Ferrand et de Limoges, où certaines communes ne sont même pas reliées à la commune centre le samedi.

Enfin, un système de Transport à la Demande (TAD) vient compléter la desserte régulière, sans se substituer pour autant à celle-ci sur les communes de deuxième couronne. Ce service de transport est accessible 7j/7 et 24h/24 entre l'une des trois bornes centrales situées à La Rochelle et l'un des 116 arrêts de bus du réseau "Taxi Autoplus" ("Taxi Yélo" depuis juin 2009) de l'agglomération. Une réservation préalable du trajet est nécessaire et le prix du voyage varie quant à lui selon trois zones tarifaires, de 6 à 10 euros.

2.5.2.2. Des fréquences de passage plus grandes à Clermont-Ferrand

Dans le cadre des divers déplacements possibles pour les habitants durant la semaine, et essentiellement dans le cadre des déplacements domicile-travail, le réseau urbain de Clermont-Ferrand apparaît comme le plus riche, présentant notamment les fréquences de passage et les amplitudes horaires les plus grandes. Mais contrairement à ce qui existe à La Rochelle, les inégalités entre communes – et notamment entre première et deuxième couronnes – sont assez marquées (figure 85).

³¹ Les horaires des TER utilisés sont ceux valables du 4 juillet au 12 décembre 2009.

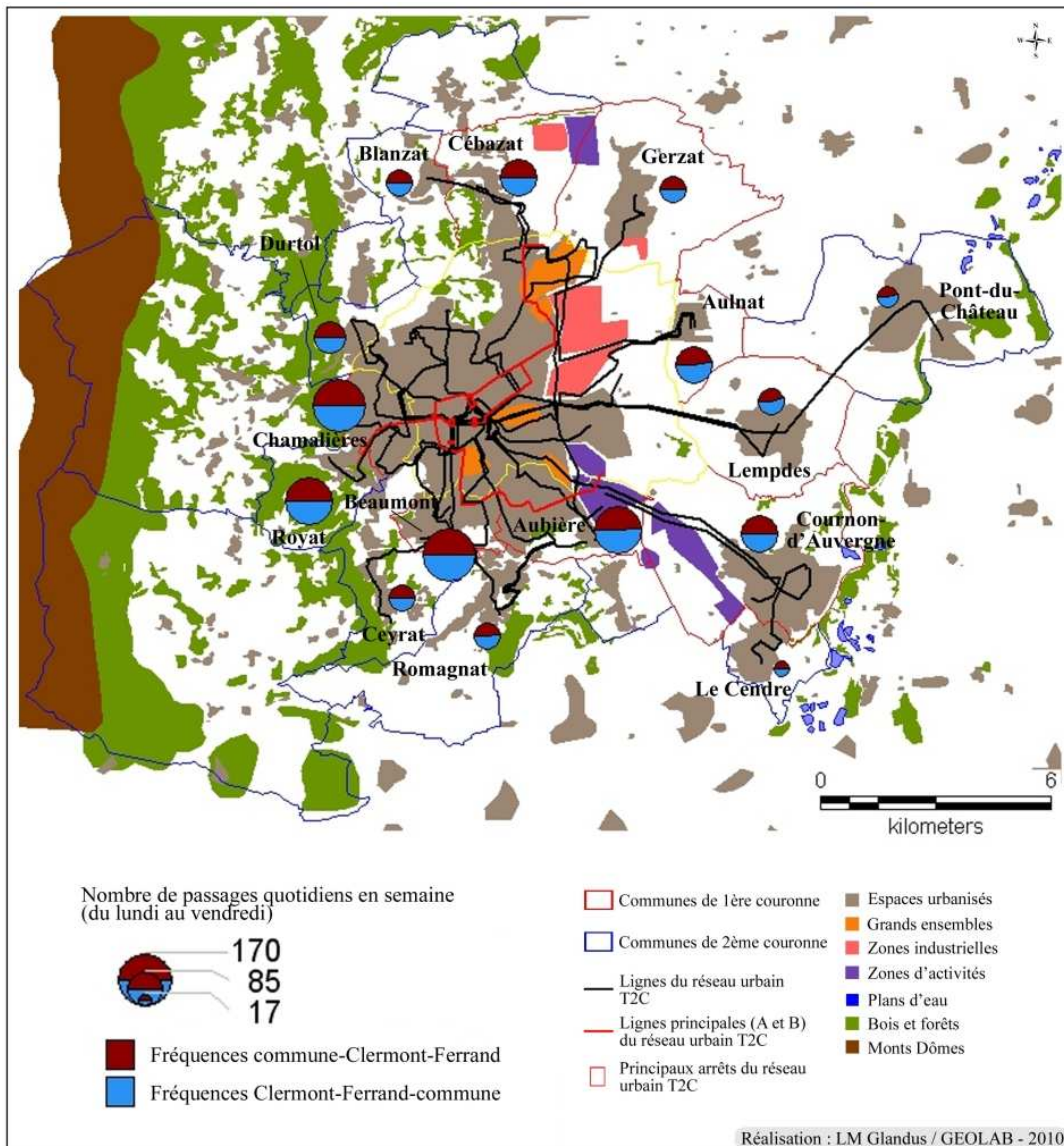


Figure 85 : Fréquences des passages quotidiens du réseau urbain au sein de la communauté d'agglomération de Clermont-Ferrand
(Source : Horaires T2C 2008-2009)

Contrairement à ce qui existe au sein de l'agglomération rochelaise, les communes de deuxième couronne de l'agglomération de Clermont-Ferrand ne sont pas toutes situées sur le réseau régulier. Les habitants de certaines communes doivent alors se contenter du réseau de Transport à la Demande (TAD). En effet, l'ensemble des PTU devant être desservi, les communes non situées sur des lignes régulières bénéficient depuis 2006 du TAD. Le réseau urbain régulier ne peut assurer la desserte de la totalité des communes périphériques pour des raisons financières : ces espaces étant peu densément peuplés, le nombre d'usagers potentiels est faible et la rentabilité, de ce fait, insuffisante. Auparavant, les bus réguliers desservant ces communes étaient assez souvent vides, leur coût d'exploitation surpassant largement les gains escomptés. Ce type de problème se pose aussi bien à Clermont-Ferrand qu'à Limoges pour les mêmes raisons, témoignant des limites de la dispersion de la péri urbanisation en termes de services publics. Le mitage s'est en effet particulièrement développé au sein des agglomérations de Clermont-Ferrand et de Limoges, marquées par un habitat dispersé, alors

que cette situation n'est pas présente au sein de l'agglomération de La Rochelle, caractérisée par un habitat groupé. Le développement du réseau urbain régulier y a donc été facilité, tandis qu'un étalement urbain désordonné ne permet pas la mise en place d'un bon réseau de transports en commun : la dispersion des habitations nécessite des trajets plus nombreux et plus longs, et le faible nombre d'habitants ne permet pas de rentabiliser le service des dessertes régulières (à moins de le proposer à des tarifs élevés, ce qui ne serait probablement pas accepté par les usagers).

Le système du TAD, disponible du lundi au samedi, est proposé par les réseaux urbains (aux tarifs normaux du réseau). Comme à La Rochelle, il est nécessaire de réserver son trajet à l'avance et des points d'arrêt spécifiques existent. A Clermont-Ferrand, le TAD concerne sept communes : Blanzat, Châteaugay, Nohanent, Orcines, Pérignat-lès-Sarliève, St-Genès-Champanelle et Sayat.

De façon générale, les personnes ayant recours à ce service sont des personnes non motorisées, se rendant de façon occasionnelle dans les communes centres (pour des rendez-vous médicaux, ...). Le TAD ne constitue donc pas une alternative comparable aux lignes régulières ; son manque de souplesse d'utilisation est un inconvénient qui l'oppose d'autant plus au véhicule particulier pour les déplacements quotidiens. Pour ces derniers, aucun service n'est cependant envisagé sur ces communes, en raison du manque de rentabilité et du surcoût que cela générerait.

Les communes de Beaumont et Chamalières sont les mieux desservies en termes de fréquence journalière, devant celles d'Aubière et de Royat. Les habitants de ces quatre communes ont à leur disposition plusieurs lignes de bus permettant de se déplacer tout au long de la journée : les temps d'attente sont en moyenne de 10 min. Ils peuvent atteindre 30 min sur quelques lignes mais la multiplicité de l'offre permet de compenser ces lacunes. Royat relève pourtant de la deuxième couronne, au sein de laquelle les fréquences de passages sont globalement inférieures à celles de première couronne. Comme à La Rochelle, il apparaît que la desserte du réseau urbain se focalise en priorité sur l'espace dense de l'agglomération, sans tenir compte des contrastes de population entre communes (figure 86).

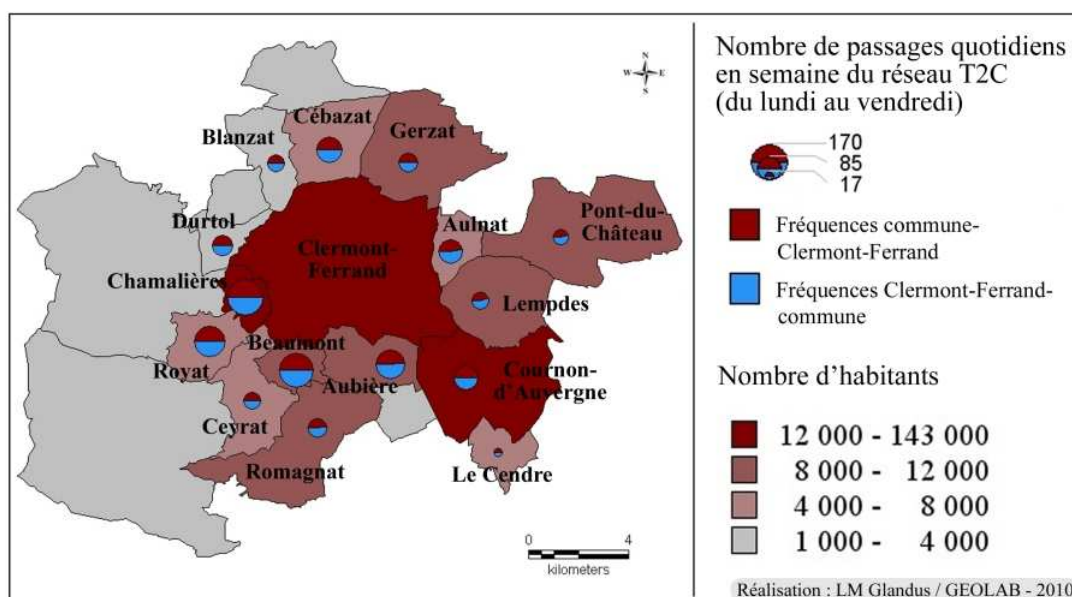


Figure 86 : Population de l'agglomération de Clermont-Ferrand et desserte en transports urbains

(Sources : INSEE, RP 2006 ; Horaires T2C 2008-2009)

Le réseau urbain régulier ignore, certes, les communes les moins habitées, pour lesquelles le TAD est l'unique moyen disponible. Mais Cournon-d'Auvergne, dont le nombre d'habitants est voisin de celui de Chamalières, pâtit d'une localisation quelque peu excentrée qui lui vaut des passages de bus moins nombreux. De même, la commune du Cendre souffre de son éloignement de Clermont-Ferrand. Bien que son nombre d'habitants soit supérieur à celui de Blanzat et Durtol, Le Cendre fait figure d'espace "défavorisé" avec une fréquence bien inférieure à celle des autres et un temps moyen de trajet très élevé (près d'1h). En effet, ses habitants ne jouissent pas d'une liaison directe avec Clermont-Ferrand et la correspondance imposée accroît nettement le temps consacré au déplacement. Dans ces deux situations, le recours à la voiture individuelle peut se comprendre, l'usage des transports en commun présentant un net inconvénient de temps. Il est vrai que les correspondances sont susceptibles d'avoir un impact sur la fréquentation, du fait de leurs effets sur la durée des trajets : temps passé à attendre, à changer de véhicule. Pour bon nombre de passagers, les correspondances sont perçues comme une perte de temps et une cause importante de retard (Hine, Scott, 2000). En particulier, il apparaît que les correspondances sont plus difficiles à effectuer dans le cas de déplacements relatifs au travail, les horaires de desserte apparaissant comme une contrainte. Dans ce contexte, il est nécessaire que des améliorations soient apportées en tenant compte des horaires de travail des salariés, usagers potentiels. La mise en place d'une offre de déplacement continu en transports en commun doit donc passer en grande partie par la diminution des inconvénients générés par les correspondances, afin de rendre les transports publics, dans leur ensemble, plus attractifs.

Ces contrastes dans la desserte des espaces périphériques transparaissent également dans l'organisation du réseau régional du Puy-de-Dôme qui propose pourtant la desserte la plus étendue des trois agglomérations (figure 87). Au départ et à l'arrivée de la gare centrale de Clermont-Ferrand, neuf communes de la communauté d'agglomération jouissent de l'offre du réseau, grâce au train le plus souvent, mais aussi parfois grâce au car.

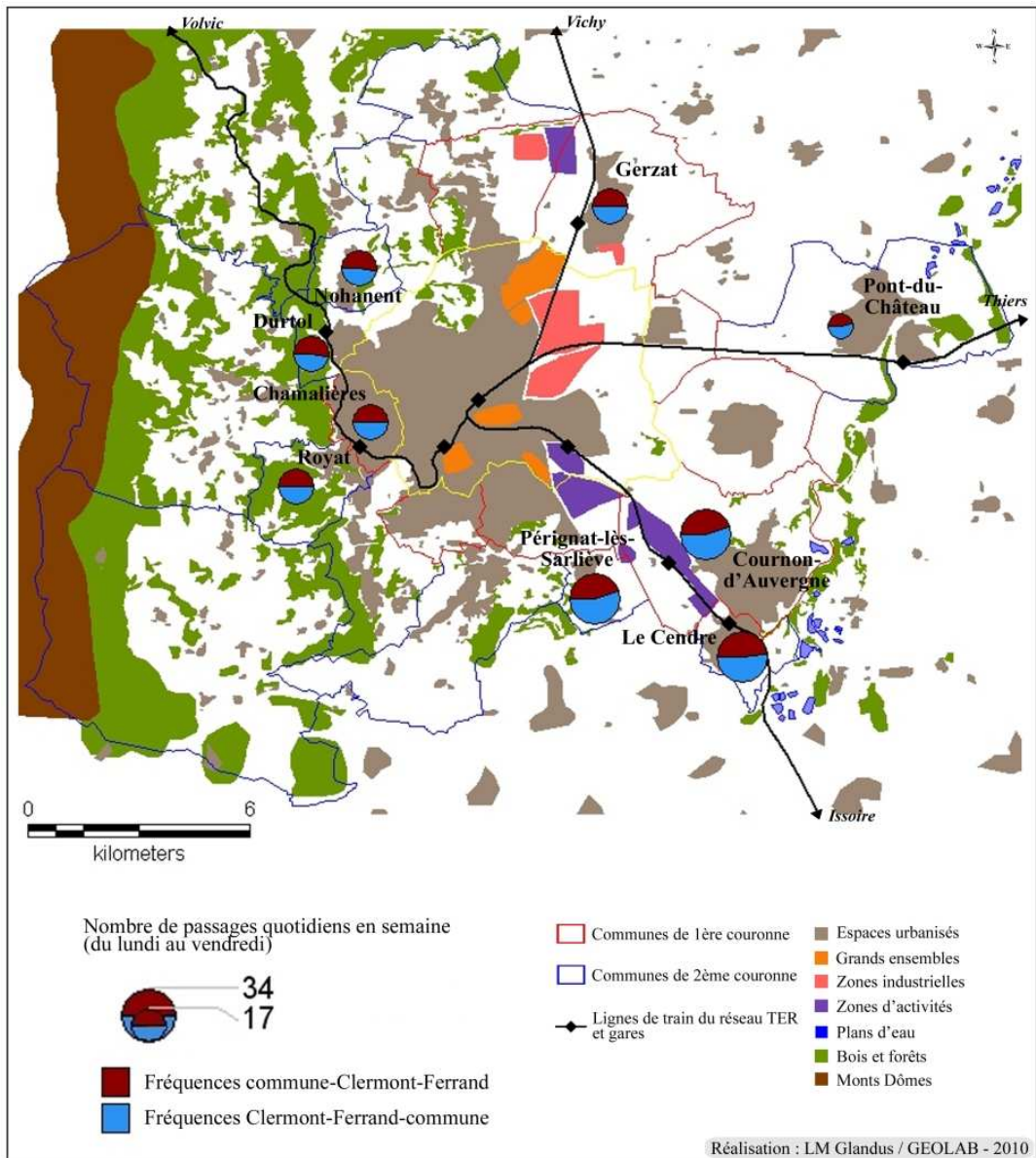


Figure 87 : Fréquences des passages quotidiens du réseau régional au sein de la communauté d'agglomération de Clermont-Ferrand
(Source : Horaires TER 2009)

La plupart des communes desservies est attenante à Clermont-Ferrand, trois d'entre elles appartenant à sa première couronne (Chamalières, Cournon-d'Auvergne et Gerzat). La commune de Pont-du-Château est, elle, légèrement plus excentrée, de même que Le Centre, Pérignat-lès-Sarliève et Royat. Mais les communes de Châteaugay, St-Genès-Champanelle et Orcines, véritablement plus éloignées de l'espace urbanisé de Clermont-Ferrand, sont exclues de la desserte régionale. Pont-du-Château, dans une situation similaire à celles-ci, bénéficie pourtant d'une desserte. Mais cette commune, située à l'est de l'agglomération, se trouve sur une ligne forte du réseau (Clermont-Ferrand/Thiers/St-Étienne/Lyon) alors que Châteaugay, St-Genès-Champanelle et Orcines pâtissent d'une position handicapante : situées au pied des monts Dômes, elles ne peuvent se trouver sur des lignes régionales dont la circulation se trouve bloquée par la chaîne montagneuse. Cet exemple témoigne des limites inhérentes à l'agglomération clermontoise, dont l'environnement géographique contraint l'organisation

urbaine de l'espace, en particulier en termes de transports. Aucune ouverture n'est donc possible vers l'ouest pour des lignes à vocation régionale : seule la desserte urbaine, limitée aux frontières de la communauté d'agglomération, peut satisfaire les besoins des habitants de ces communes. Royat, Chamalières, Durtol et Nohanent se trouvent également à l'ouest de Clermont-Ferrand. Mais leur proximité avec la commune centre leur ouvre la possibilité d'une meilleure desserte : une seule et même ligne (ligne 29) assure d'ailleurs la communication entre ces quatre villes qui constituent la quasi-totalité des zones desservies ; cette ligne s'arrêtant à Volvic correspond ainsi à un axe plus intra-urbain qu'interurbain.

Pont-du-Château, avec 9 départs vers Clermont-Ferrand et 10 arrivées de Clermont-Ferrand, possède une fréquence journalière de semaine³² (du lundi au vendredi) bien inférieure à celle des autres communes, en particulier celles du Cendre (32 départs et 34 arrivées), Cournon-d'Auvergne et Pérignat-lès-Sarliève (28 départs et 34 arrivées) qui bénéficient de la fréquence la plus grande. Ces dernières se situent toutes sur la ligne 5, reliant Issoire à Riom. Les autres communes desservies possèdent quant à elles une fréquence similaire (environ 17 départs et 15 arrivées) : ces villes sont situées sur les lignes 3 (reliant Vichy et Riom) et 29 (reliant Volvic). Pont-du-Château, plus détachée de l'espace urbanisé de Clermont-Ferrand, jouit donc d'une moins bonne liaison avec la commune centre que les zones qui en sont plus proches, même si certaines communes contiguës de Clermont-Ferrand ne sont pas desservies par le réseau TER. Ce déficit dépend des lignes instaurées aux échelles régionale et interrégionale, dont le nombre est insuffisant pour permettre d'assurer la communication de toutes les communes de l'agglomération. C'est ainsi le réseau urbain, dont l'espace d'application se limite au PTU, qui peut assurer à l'ensemble de ces villes des services de transports en commun, qui sont dans certains cas renforcés par l'offre régionale.

Le réseau régional permet donc dans certains cas de mieux équilibrer le déficit d'offre du réseau T2C, sans pour autant permettre aux communes les moins densément peuplées (Orcines, Châteaugay et St-Genès-Champanelle) d'avoir accès aux transports en commun.

2.5.2.3. Un réseau urbain très incomplet à Limoges

Par opposition au réseau urbain de Clermont-Ferrand, celui de l'agglomération de Limoges se distingue par des fréquences extrêmement faibles (figure 88). Les dessertes régulières proposées en deuxième couronne de La Rochelle par le réseau urbain se révèlent même bien supérieures à celles de première couronne à Limoges, aussi bien en nombre de passages journaliers qu'en amplitudes horaires.

³² Les horaires des TER utilisés sont ceux de l'année 2009 : certains trains circulent durant des périodes limitées, mais cela donne malgré tout une idée de la desserte globale.

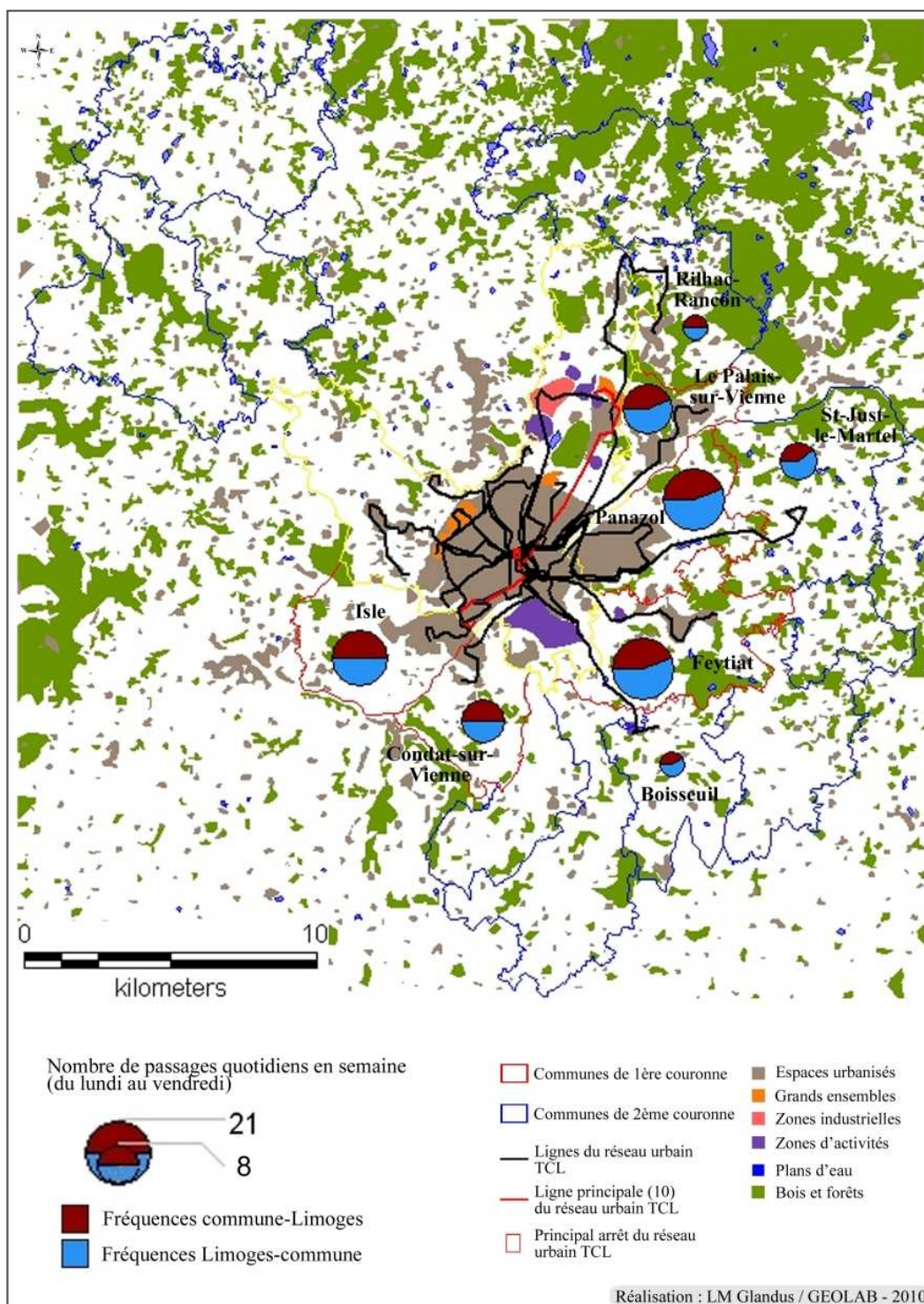


Figure 88 : Fréquences des passages quotidiens du réseau urbain au sein de la communauté d'agglomération de Limoges
(Source : Horaires TCL 2008-2009)

A l'image de ce qui existe à Clermont-Ferrand, le réseau de la communauté d'agglomération de Limoges ne dessert pas en lignes régulières toutes les communes de deuxième couronne. La plupart d'entre elles n'a alors accès qu'au TAD : Aureil, Boisseuil, Bonnac-la-Côte, Eyjeaux, Le Vigen, Peyrilhac, Saint-Gence, Solignac et Veyrac.

Des améliorations de la desserte sont prévues pour les communes périphériques, mais tardent à se concrétiser. Pourtant, les habitants de l'agglomération, ayant pour la plupart recours au véhicule particulier pour les déplacements réguliers, attendent des améliorations dans les offres de déplacements³³. Plus particulièrement, la desserte et les horaires doivent être révisés dans le but de permettre à ces zones de bénéficier de services voisins de ceux des espaces central et péri central de Limoges.

Parmi l'espace de première couronne, la commune de Feytiat apparaît comme la mieux desservie en termes de fréquence journalière, devant les villes de Panazol, Isle, Le Palais-sur-Vienne et Condat-sur-Vienne. En outre, il faut noter qu'à la desserte régulière de la commune de Feytiat s'ajoutent quelques rares passages de la ligne 34 (en provenance de Saint-Just-le-Martel) en période scolaire uniquement. Cependant, les fréquences présentées pour la ligne de Feytiat ne sont pas régulières, certains véhicules ne circulant qu'en période scolaire, et les bus évitent quelques arrêts, notamment ceux de l'hypercentre. Ces restrictions diminuent donc l'offre apparente. Par ailleurs, à Feytiat comme ailleurs, en dehors de la tranche horaire 7-8h durant laquelle les fréquences sont généralement les plus élevées (un passage toutes les 20 min en moyenne) – bien que cela ne soit pas le cas à Condat-sur-Vienne et au Palais-sur-Vienne – les passages sont plus rares, le temps d'attente entre deux bus dépassant souvent 1h.

Ces constatations sont confirmées par les résultats de l'enquête menée en 2006. De façon générale, la population des communes de première couronne attend un renforcement de la desserte en transports en commun. Les résultats montrent que les résidents de ces communes attendent beaucoup plus d'améliorations que ceux de Limoges. Les résultats mettent en évidence une moyenne de 88% de personnes, contre 83% à Limoges, pour lesquelles le réseau actuel ne convient pas totalement : elles mettent en avant la nécessité d'un meilleur service, à la fois pour la desserte et pour les horaires. Il semble que les résidents de périphérie n'utilisent que très peu les transports en commun du fait des mauvaises dessertes et fréquences. Les souhaits principaux se concentrent sur l'amélioration des horaires. Plus particulièrement, les habitants de Condat-sur-Vienne, commune où la desserte est la plus faible, sont les plus demandeurs d'améliorations dans les réseaux de transports en commun. Quant à ceux de Feytiat, commune la mieux desservie de l'ensemble, ils attendent beaucoup moins de progrès dans les transports de l'agglomération que les autres. La hiérarchie de la desserte présentée précédemment correspond donc aux attentes des populations des communes de première couronne.

Mais les habitants des communes situées au-delà de la première couronne sont confrontés à des lacunes encore bien plus prononcées que celles rencontrées dans l'offre de proche périphérie. Si les réseaux de La Rochelle et de Clermont-Ferrand ne peuvent suffire à satisfaire tous les usagers potentiels, celui de Limoges ne peut constituer, en aucun cas, une véritable alternative à l'usage de la voiture. Les habitants des communes de deuxième couronne souhaiteraient que l'offre en transport en commun se densifie au sein de cet espace et il existe également des demandes provenant de communes plus éloignées. Au-delà de la première couronne, seules trois communes ont accès au réseau urbain régulier : Boisseuil (ligne 15), Rilhac-Rancon (ligne 18) et Saint-Just-le-Martel (ligne 34).

Il apparaît clairement que ces fréquences sont particulièrement faibles, notamment pour les communes de Boisseuil et Rilhac-Rancon. Parmi les bus desservant Saint-Just-le-Martel, seuls deux (vers Limoges) et un seul (de Limoges) circulent toute l'année, les autres

³³ D'après les résultats de l'enquête personnelle menée en 2006, 88% des habitants des communes périphériques de première couronne souhaitent que des améliorations soient apportées dans le domaine des transports collectifs.

n'étant disponibles qu'en période scolaire. Le centre-bourg bénéficie quant à lui d'un horaire supplémentaire en milieu d'après-midi, du lundi au samedi et dans les deux sens. De plus, certains bus ne desservent que très peu d'arrêts (ceci ayant pour avantage de réduire la durée du voyage) et quelques uns ne vont pas jusqu'au terminus, situé au pôle d'échanges CIEL, et s'arrêtent donc à un arrêt plus éloigné du centre-ville. Enfin, quelques quartiers plus excentrés de Saint-Just-le-Martel ont accès à cette ligne mais les passages sont très rares (1 ou 2 fois/jour pendant la semaine selon les lieux, auxquels s'ajoutent ceux du mercredi et du samedi) et les bus ne circulent qu'en période scolaire.

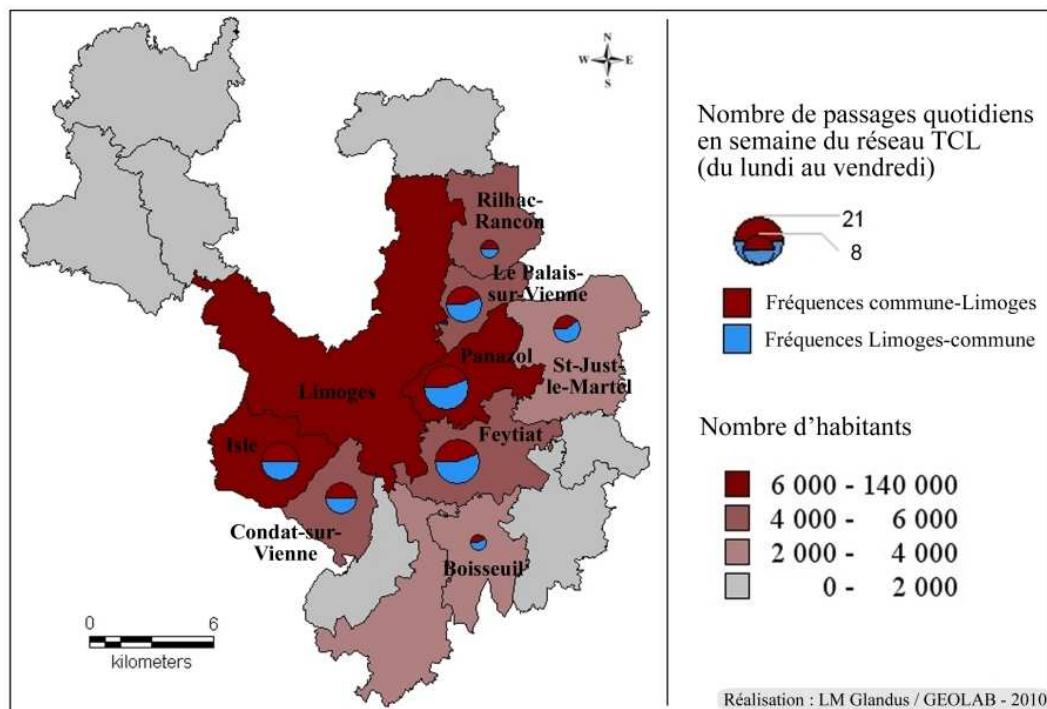


Figure 89 : Population de l'agglomération de Limoges et desserte en transports urbains
(Sources : INSEE, RP 2006 ; Horaires TCL 2008-2009)

Comme le montre la figure 89, le réseau urbain TCL ne prend en considération que les espaces les plus denses, directement inclus à Limoges par la continuité du bâti, néglige les communes plus éloignées et ignore totalement celles à faible densité de population.

Cependant, la communauté d'agglomération de Limoges se différencie des deux autres par l'activité, sur son territoire, d'un réseau supplémentaire. Le réseau départemental "Haute-Vienne en car" permet en effet de compenser quelque peu les faiblesses du réseau urbain. Ce réseau, dont la vocation première repose surtout sur le transport scolaire, joue également un rôle dans le désenclavement des communes plus éloignées de Limoges. Pourtant, au regard des horaires proposés, l'offre reste assez modeste et n'apporte pas le complément attendu (figure 90).

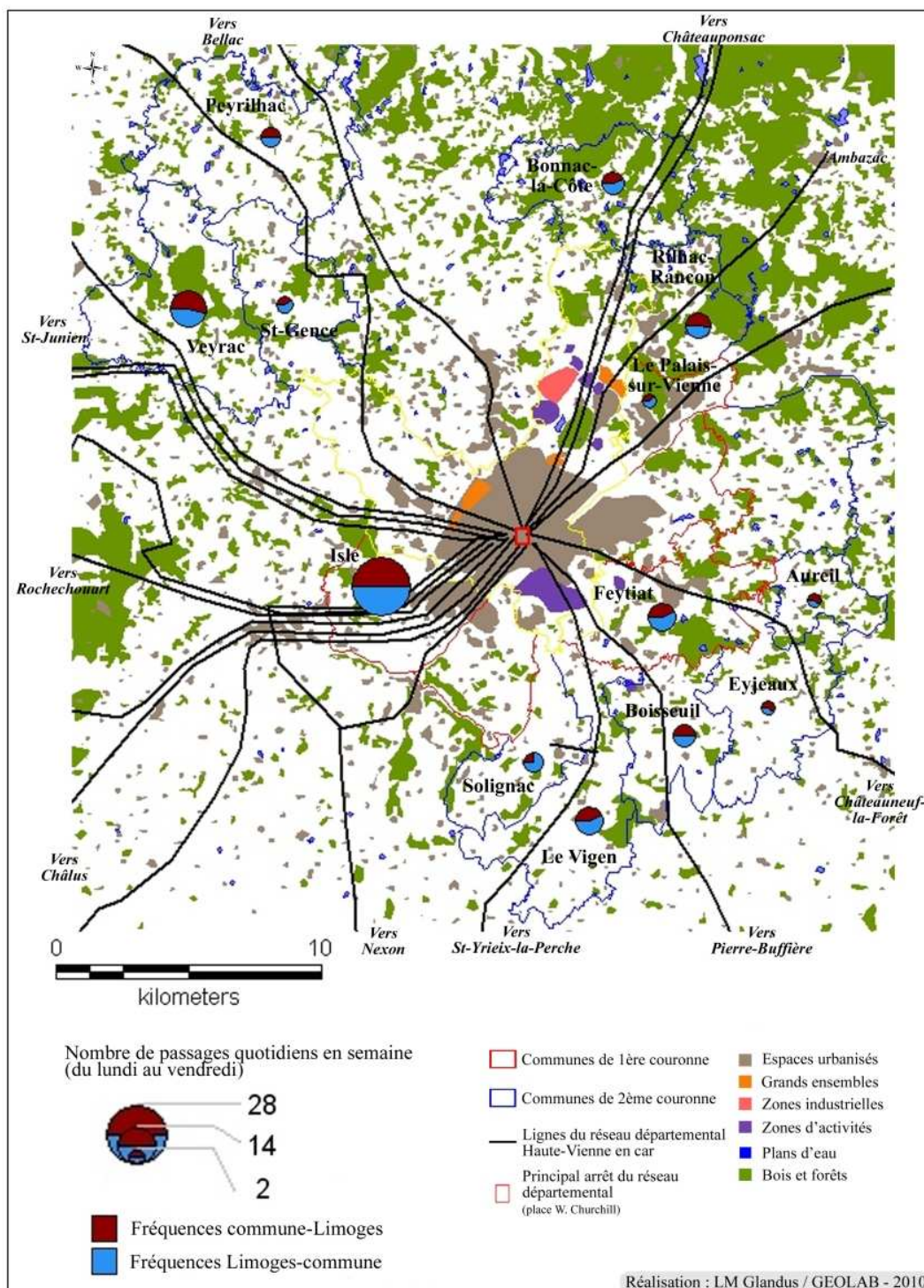


Figure 90 : Fréquences des passages quotidiens du réseau départemental au sein de la communauté d'agglomération de Limoges

(Source : Horaires Haute-Vienne en car 2008-2009)

Avec sept lignes de bus départementaux, la commune d'Isle bénéficie de la plus forte desserte et donc de la meilleure fréquence en semaine (28 départs vers Limoges et 28 arrivées de Limoges, en quatre lieux différents). Ce nombre élevé de passages permet donc de couvrir une plage horaire plus importante. Isle bénéficie du passage de nombreuses lignes à destination d'Aixe-sur-Vienne, commune importante proche de Limoges, mais non membre

de la communauté d'agglomération. Les communes de Feytiat et du Palais-sur-Vienne bénéficient, elles, de beaucoup moins de passages, n'étant desservies respectivement que par trois et une lignes. Les fréquences en semaine sont bien inférieures à celles observées à Isle : 7 départs et 9 arrivées pour Feytiat et seulement 2 départs et 3 arrivées pour Le Palais-sur-Vienne. Quant à Condat-sur-Vienne et à Panazol, elles ne possèdent aucun arrêt sur le réseau départemental. Les habitants de la commune de Condat-sur-Vienne sont donc beaucoup plus désavantagés que les autres pour se déplacer en transports en commun, la desserte du réseau urbain comme du réseau départemental y étant assez faible.

De surcroît, le réseau départemental offre à l'espace de deuxième couronne une desserte supérieure à celle proposée par le réseau urbain. En effet, la majorité des communes est desservie par des lignes régulières, Saint-Just-le-Martel étant la seule à ne pas être située sur le réseau "Haute-Vienne en car". Boisseuil et Rilhac-Rancon bénéficient quant à elles d'un double service, grâce au réseau départemental et au réseau urbain régulier.

Il faut préciser que les fréquences notées sont en réalité sur-estimées car certains véhicules sont dédiés aux services scolaires et ne circulent ainsi que quelques jours de la semaine (seulement le mercredi assez souvent). L'offre varie donc d'un lieu à l'autre et ne présente pas de régularité du lundi au vendredi. De plus, certains arrêts ne sont pas effectués à tous les horaires et les lignes ne desservent pas toutes les centres-bourgs. Enfin, comme cela est aussi le cas pour quelques lignes du réseau TCL, il arrive que des véhicules ne desservent pas le centre-ville de Limoges (notamment la place W. Churchill et le pôle d'échanges CIEL), ceux-ci s'arrêtant donc dans des quartiers un peu plus excentrés au sein desquels les correspondances sont difficiles à obtenir. Les horaires sont également essentiellement calqués sur les déplacements scolaires : la plupart des bus part relativement tôt le matin des communes de périphérie (de 6h45 à 7h15 environ) et il est rare qu'ils circulent avant le début de l'après-midi, voire parfois la fin de l'après-midi (vers 17h). En particulier, plus les communes sont éloignées de Limoges, plus les horaires sont matinaux, ceci rendant les transports en commun moins attractifs que la voiture avec laquelle l'heure de départ peut être mieux ajustée aux besoins : la durée du voyage en bus est en effet accrue par les arrêts et par les limites intrinsèques du véhicule. Les durées moyennes des parcours sont donc variables : en fonction du nombre d'arrêts, mais aussi selon les horaires, le trafic routier étant plus intense à certaines heures et ralentissant donc les bus.

On pourrait penser, *a priori*, que la desserte de ces espaces diminue avec l'éloignement des communes de Limoges. Mais l'étude du réseau montre que cette idée est en partie fautive : en effet, de nombreuses communes de deuxième couronne ont accès à une fréquence similaire à celle observée à Feytiat et au Palais-sur-Vienne, appartenant pourtant à l'unité urbaine de Limoges. La ville la mieux desservie en semaine est ici Veyrac, qui concentre trois lignes (13 départs et 11 arrivées par jour), suivie du Vigen (7 départs et 9 arrivées) ; alors que Aureil et Eyjeaux sont les moins bien desservies (3 départs et 2 arrivées). Ces dernières sont les plus éloignées de Limoges, mais c'est également le cas du Vigen. Les arrêts de la commune de Veyrac (au nord-ouest de Limoges) se trouvent en réalité sur les lignes menant à Saint-Junien (deuxième ville de Haute-Vienne pour sa population) et Rochechouart (sous-préfecture du département). Au contraire, les espaces situés à l'est de l'agglomération pâtissent de l'organisation du département : le côté oriental est en grande partie rural, l'espace peu densément peuplé et les communes petites, d'où une faible desserte en transports en commun.

L'influence de l'organisation du territoire sur la desserte du réseau départemental se retrouve également dans le cas du réseau de Transport Express Régional (TER), qui vient

compléter les offres des réseaux urbain et départemental sur la communauté d'agglomération de Limoges (figure 91).

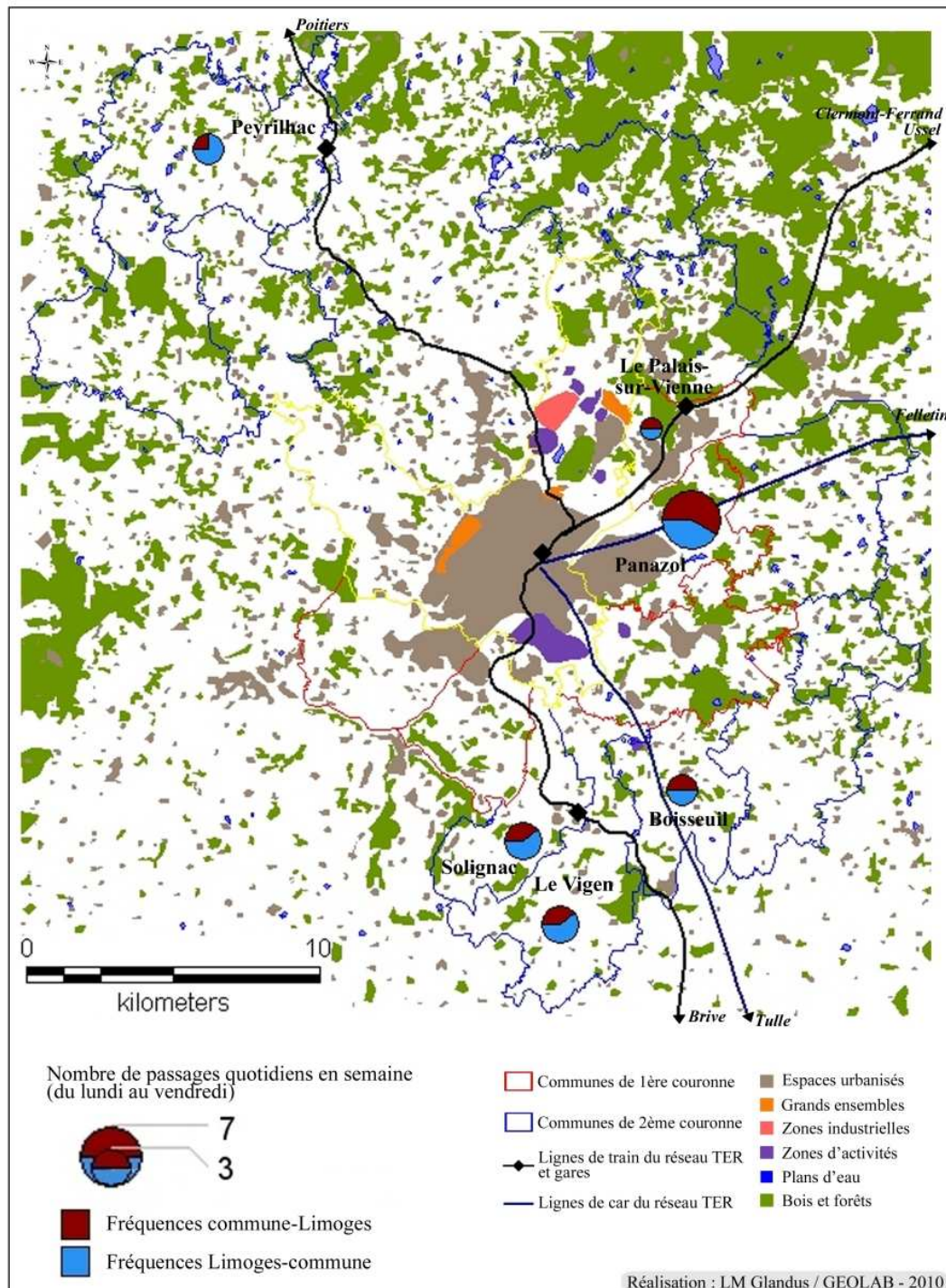


Figure 91 : Fréquences des passages quotidiens du réseau régional au sein de la communauté d'agglomération de Limoges
(Source : Horaires TER 2009)

Celui-ci ne dessert que deux communes de première couronne (Le Palais-sur-Vienne et Panazol, situés à l'est de Limoges) et quatre communes de deuxième couronne (Peyrilhac au nord-ouest ; Boisseuil, Solignac et le Vigen au sud). La commune de Panazol bénéficie de

la plus grande fréquence de passages en semaine³⁴ : 7 départs vers Limoges et 5 arrivées de Limoges (même si les passages n'interviennent pas tous les jours, certains véhicules ne circulant que les lundi ou vendredi). Au contraire, Le Palais-sur-Vienne ne profite que d'une offre très réduite (1 départ sur la ligne 1 et 1 arrivée sur la ligne 8), inférieure à celle proposée aux communes de deuxième couronne (en moyenne 2 départs vers Limoges et 2 arrivées de Limoges). Toutes ces fréquences de semaine sont donc assez faibles et le complément apporté par le réseau TER ne suffit pas à combler les lacunes précédemment constatées.

Les inégalités dans les dessertes peuvent s'expliquer par l'organisation du réseau TER et les destinations finales de ces lignes. En effet, la desserte de Panazol est assurée par des cars dont le terminus se situe en Creuse (Bourgageuf-Felletin). A l'inverse, la gare du Palais-sur-Vienne se trouve sur deux lignes à vocation interrégionale, la ligne 1 se dirigeant vers Châteauroux et Orléans et la ligne 8 vers Clermont-Ferrand. Les cars permettent donc des arrêts plus fréquents sur une petite commune telle que Panazol alors que les trains desservant des espaces plus urbanisés ne peuvent satisfaire toutes les gares situées sur leur ligne, négligeant de ce fait les petites communes. Les quelques horaires proposés ne peuvent convenir qu'à certains usagers et leur faible nombre montre que le réseau régional ne constitue qu'un faible appoint aux réseaux urbain et départemental.

Enfin, on ne peut éluder le fait que la communauté d'agglomération de Limoges se distingue par la forte incohérence de son territoire. A La Rochelle et Clermont-Ferrand, les communautés d'agglomérations apparaissent en effet plus adaptées aux mobilités périphériques. Notamment, l'ensemble des communes de première couronne a accès aux réseaux urbains, ce qui n'est pas le cas à Limoges, où la commune de Couzeix, relevant de la première couronne, ne bénéficie pas de l'offre de la TCL. Comme déjà souligné, le choix de cette commune de ne pas appartenir à Limoges Métropole a conduit à la fermeture de la ligne urbaine la desservant. La mise en œuvre des actions du PDU de Limoges et la structuration du réseau urbain excluent donc cette commune de 7 700 habitants (INSEE, 2007), mais également celles d'Aixe-sur-Vienne (5 600 habitants) et de Verneuil-sur-Vienne (4 000 habitants), alors même que celles-ci constituent deux unités urbaines voisines de Limoges. Dans ces trois cas, les habitants n'ont accès qu'au réseau départemental dont les tarifs sont plus élevés que ceux du réseau urbain (2 euros par voyage contre 1,20 euro).

Néanmoins, compte tenu de la faiblesse de l'offre du réseau TCL, ces trois communes ne paraissent pas très désavantagées en comparaison des espaces de première couronne de Limoges. Les fréquences de passage sont assez similaires, voire supérieures, à celles proposées par le réseau TCL, mais restent insuffisantes pour de telles communes (figure 92).

³⁴ Les horaires des TER mentionnés sont ceux de l'année 2009.

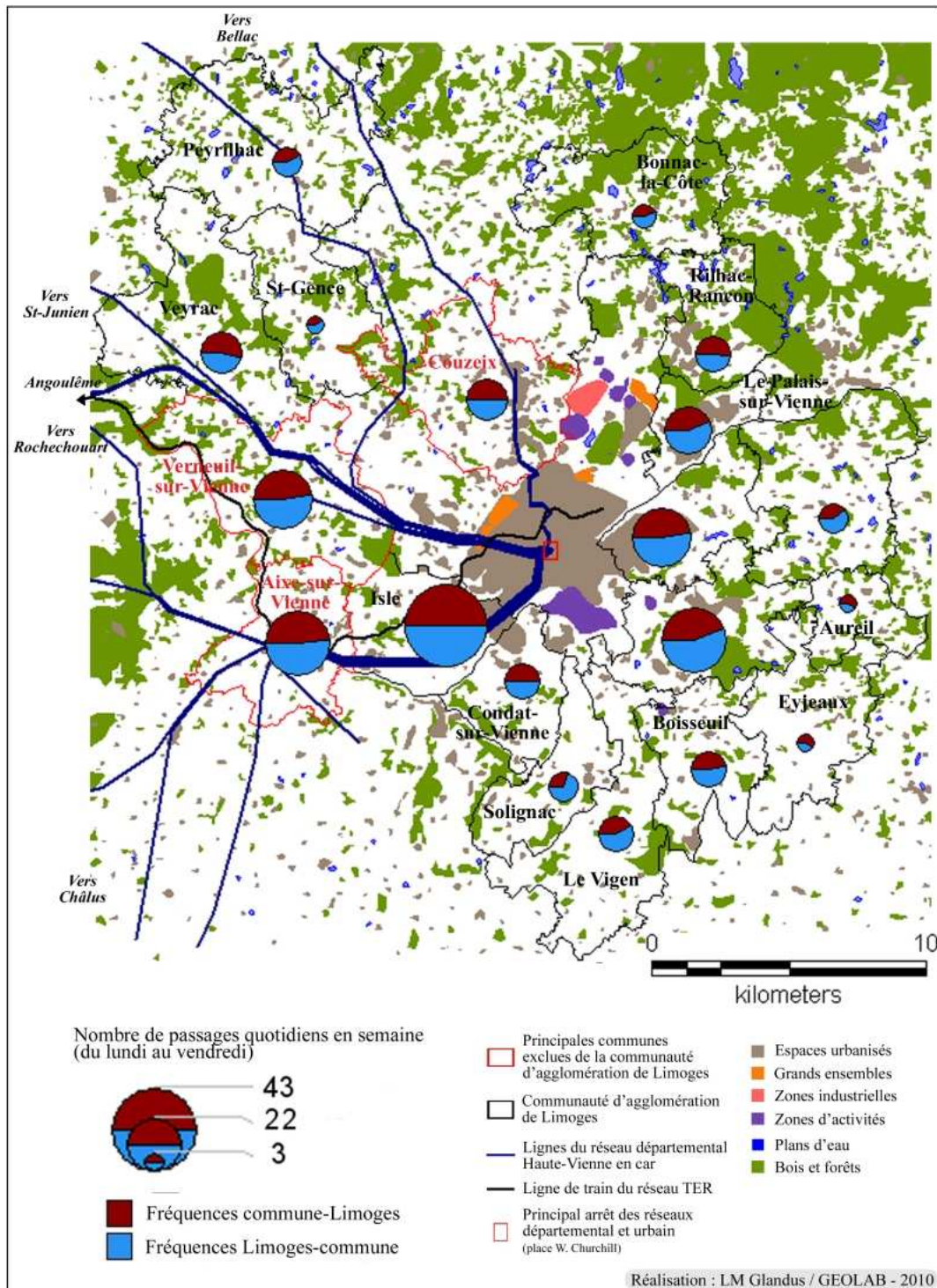


Figure 92 : Fréquences des passages quotidiens de l'ensemble des réseaux au sein de la communauté d'agglomération de Limoges et des principales communes voisines (Sources : Horaires TCL 2008-2009 ; Horaires Haute-Vienne en car 2008-2009 ; Horaires TER 2009)

Avec le passage de cinq et six lignes départementales, mais aussi celui d'une ligne de train régionale, les communes de Verneuil-sur-Vienne et d'Aixe-sur-Vienne totalisent des fréquences quotidiennes supérieures à celles de la plupart des communes de la communauté d'agglomération de Limoges. Cependant, les passages sont faibles à Couzeix et comparables à

ceux des communes de deuxième couronne de Limoges, en dépit de l'importance de population sur cette commune. Ainsi, les résidents de Couzeix ont des visions contrastées par rapport à ceux des cinq autres communes de première couronne, comme en témoignent les résultats de l'enquête menée en 2006. Les reproches adressés au coût du transport y sont tout d'abord largement supérieurs. Quant au confort, il est également plus remis en question par les Couzeixois que par les autres populations de l'agglomération. De plus, Couzeix apparaît comme la commune où le mécontentement global est le plus grand : 21% des personnes insatisfaites le sont pour l'ensemble des critères proposés : desserte, horaires, coût et confort (ce chiffre étant quasi nul pour les autres communes de périphérie et atteignant 4% seulement à Limoges).

De plus, au-delà des fréquences de passage, se pose le problème du manque de cohérence entre les horaires des réseaux départemental et urbain. Les changements de lignes peuvent s'avérer difficiles et les temps d'attente parfois longs, le rabattement vers les lignes du réseau TCL pouvant être souvent nécessaires. En effet, les lignes desservant Couzeix, Verneuil-sur-Vienne et Aixe-sur-Vienne ne parcourent qu'une infime partie de la commune de Limoges (entrées nord-ouest, ouest ou sud selon le cas, ainsi que le centre-ville). La place Winston Churchill, point d'échanges des réseaux urbain et départemental, est systématiquement desservie, et permet de ce fait les correspondances. Mais cette situation n'apparaît pas attractive et ne possède pas le potentiel nécessaire pour concurrencer l'usage de l'automobile.

La communauté d'agglomération Limoges-Métropole reconnaît qu'il n'existe pas de véritable concertation avec les communautés de communes voisines en matière de transports. La plupart des communes appartenant aux communautés L'Aurence et Glane Développement (à laquelle appartient Couzeix) et Val de Vienne (à laquelle appartiennent Aixe-sur-Vienne et Verneuil-sur-Vienne) accueille pourtant des habitations résultant de la péri urbanisation de Limoges : 90% de la population active de Couzeix travaillent au sein de l'unité urbaine de Limoges (dont 19% au sein même de la commune de Couzeix), ceci occasionnant des déplacements quotidiens importants. Il en est de même pour les communes d'Aixe-sur-Vienne et de Verneuil-sur-Vienne, dont respectivement 67 et 82% de la population active travaillent hors de leur unité urbaine, et notamment au sein de celle de Limoges (INSEE, 2006). L'organisation actuelle peu harmonisée des réseaux de transports en commun, et une desserte insuffisamment développée, conduisent ainsi à une utilisation plus fréquente de la voiture particulière.

Il paraît donc nécessaire qu'une concertation soit instaurée entre les groupements intercommunaux sur le thème des déplacements, afin de mieux coordonner les dessertes et horaires de passage. Cette entente nécessite également la collaboration du conseil général, dans le cadre de la desserte opérée par le réseau départemental et rejoint la nécessité, évoquée précédemment, de renforcer les partenariats entre AOTU.

2.5.2.4. Des points communs dans l'organisation des réseaux

Au sein des agglomérations de La Rochelle, Clermont-Ferrand et Limoges, il apparaît que les réseaux urbains ont tendance à privilégier les communes les plus intégrées aux espaces à l'habitat le plus dense, situées à proximité immédiate des communes centres. Des insuffisances sont particulièrement mises en évidence à Limoges, où les communes de première couronne ont accès à beaucoup moins de passages qu'ailleurs. D'autre part, on peut relever que les temps moyens des trajets sont particulièrement élevés. Ils le sont d'autant plus que le trajet vers le centre-ville nécessite une correspondance avec la ligne de tramway, comme c'est le cas à Clermont-Ferrand. En dépit des fréquences élevées de ce mode, un temps d'attente de 5 min environ peut être nécessaire, ceci accroissant la durée du voyage.

Cette faiblesse générale vient soulever un problème inhérent au réseau de bus : ces véhicules ont une vitesse de déplacement inférieure à celle de la voiture. De plus, cette situation témoigne d'une circulation automobile dense sur les agglomérations, conséquence d'un fort recours à la voiture. Mais cette particularité pourrait être compensée par le développement d'un réseau en site propre permettant aux bus de se déplacer sans subir les encombrements du trafic et ainsi de gagner du temps sur les voitures particulières. Ces divers inconvénients relevés affaiblissent ainsi le mode de transport collectif et l'oppose encore plus au mode individuel qu'est la voiture, dont la souplesse d'utilisation séduit davantage les usagers.

Quant à l'offre de transport proposée par les réseaux départemental et régional, elle dépend fortement de l'organisation d'un territoire plus vaste que l'échelle de l'agglomération et celle-ci doit s'adapter à une échelle plus petite, celle du département et de la région. Peu de communes des agglomérations bénéficient du passage des réseaux de TER, qui privilégient surtout les principaux centres urbains : les communes desservies se trouvent donc sur des trajets régionaux interurbains et n'ont pas accès à des passages réguliers et fréquents. Les réseaux TER permettent, certes, un certain désenclavement de quelques communes excentrées, et notamment des territoires ruraux, non desservis par les réseaux urbains des agglomérations. Mais ce désenclavement est limité par un cadencement trop faible. Afin de renforcer leur potentiel d'attraction, toutes ces lignes ferroviaires nécessiteraient une fréquence accrue, notamment aux heures de pointe (des passages toutes les 10 ou 15 min en heure de pointe par exemple).

2.5.2.4.1. Des fréquences de passage globalement insuffisantes

Les plus fortes lacunes des réseaux de transports en commun des agglomérations sont liées aux horaires de passage, conformément à ce que les résultats de l'enquête menée à Limoges présentent : 40% des améliorations attendues par les habitants de la périphérie le sont dans ce domaine précis, contre 36% pour la desserte. En effet, les horaires correspondent bien souvent aux heures de grand trafic liées aux emplois ; souvent trop matinaux, ils ne répondent pas à l'attente des autres usagers ou des travailleurs à horaires variables. De plus, l'offre des réseaux s'organise parfois en fonction du public scolaire (certains véhicules ne fonctionnant qu'en période scolaire). Or, les transports en commun ne sont pas utiles qu'aux seules personnes actives et scolarisées. Ils devraient également avoir une vocation de service aux personnes retraitées, voire âgées. La faiblesse du nombre de passages (apparente et relevée par les habitants) et la durée des trajets (aux alentours de 20 à 30 min en moyenne) n'apparaît pas favorable à l'utilisation régulière des bus pour les habitants de la proche périphérie souhaitant se rendre sur leur lieu de travail. Ce dernier se situant le plus souvent hors des communes de résidence, les personnes actives n'ont à leur disposition que le véhicule particulier, considéré par beaucoup comme le moyen de transport le plus pratique.

La fréquence des passages doit donc constituer la cible prioritaire des efforts fournis pour une amélioration des transports en commun. Ceci pourrait dissuader certaines personnes d'utiliser la voiture pour les déplacements vers le lieu de travail ou le centre-ville.

Par ailleurs, pour de simples déplacements domicile-centre-ville les dimanches ou jours fériés (pour des raisons de divertissements, voire de travail), les réseaux urbains concentrent exclusivement leur desserte sur l'espace de première couronne. Mais à Limoges, aucune liaison n'existe pour les communes périphériques.

A Clermont-Ferrand, toutes les communes de première couronne sont desservies, à l'exception de Lempdes. A La Rochelle, cinq communes sur les huit de première couronne bénéficient de liaison ces jours-ci (Périgny et Puilboreau à l'est ; Angoulins, Aytré et Châtelailon-Plage au sud). Pour ces deux agglomérations, il apparaît que les communes les

mieux desservies du lundi au samedi le sont également le dimanche. Au sein de l'agglomération rochelaise, Angoulins et Châtelailon-Plage profitent sans doute de leur attrait touristique, les plages notamment étant situées au sud de La Rochelle, sur le territoire de ces communes. Cependant, les fréquences de ces deux réseaux urbains sont bien plus faibles qu'en semaine, la desserte des centres-bourgs n'est pas toujours assurée et certains arrêts ne sont pas desservis à tous les horaires, rendant la lecture peu claire pour les usagers et affaiblissant l'offre : les attentes y sont alors toujours supérieures à 1h, pouvant même atteindre 3h. En deuxième couronne, l'offre globale est très restreinte puisqu'un nombre important d'habitants n'a pas accès aux bus urbains ces jours-ci. Si aucune commune de deuxième couronne des agglomérations de La Rochelle et de Limoges n'est desservie, à Clermont-Ferrand, cinq communes bénéficient de dessertes : Blanzat, Ceyrat, Durtol, Romagnat et Royat. Mais comme cela a pu être relevé dans le cadre des communes de première couronne, tous les arrêts ne sont pas desservis et les attentes entre deux passages sont souvent longues (supérieures à 2h en moyenne).

Les réseaux régionaux ne proposent, quant à eux, que quelques trains ou cars le dimanche sur les trois agglomérations, mais ceux-ci ne sont que très peu nombreux et n'opèrent pas toujours l'aller et le retour.

2.5.2.4.2. Des dessertes trop contrastées au sein de chaque agglomération

Les plans proposés par les réseaux urbains montrent que les lignes ne desservent généralement que les centres-bourgs et les principales zones résidentielles, délaissant ainsi des secteurs apparemment plus "ruraux" mais dont les habitants sont généralement pleinement intégrés dans la vie urbaine de l'agglomération, notamment du fait des activités professionnelles et des nécessités commerciales. Les zones plus excentrées sont pourtant de plus en plus habitées, et l'usage du bus requiert dans certains cas l'utilisation préalable de la voiture afin de rejoindre l'arrêt le moins éloigné. Un étalement urbain non maîtrisé et la croissance du phénomène de mitage constituent un handicap pour une bonne desserte en transports publics urbains. Il semble en effet difficile de desservir la totalité d'une commune, la multiplication des points d'arrêts augmentant la durée du voyage. Des extensions de lignes vers certains quartiers semblent donc nécessaires, afin de réduire la distance séparant chaque point de passage. De plus, pour permettre un meilleur stationnement dans le cadre d'une augmentation de l'utilisation des transports en commun, des parkings spécifiques pourraient être aménagés en centre-bourg. Ces parcs permettraient, à l'image des parcs relais créés aux entrées de grandes villes, de laisser son véhicule automobile à proximité d'un arrêt de bus sans limite de temps, le coût du stationnement étant inclus dans le tarif du voyage. Dans une perspective à plus long terme, l'objectif doit cependant se focaliser sur un regroupement des zones d'habitation afin d'éviter ce dispersement de la population. Le concept de ville durable, dont les principaux objectifs apparaissent dans les PDU, vise d'ailleurs à limiter la périurbanisation dans une perspective de renforcement de l'accessibilité aux réseaux de transports en commun.

En outre, les habitants des communes périphériques de Limoges regrettent que le centre-ville de Limoges soit la partie la plus accessible, voire la seule accessible : des changements sont donc nécessaires pour se rendre à un autre point de la commune, cela accroissant la durée du trajet. Ces changements de ligne rendent ainsi les voyages depuis la périphérie beaucoup plus longs que lorsqu'ils sont réalisés en voiture. A Limoges, mais aussi à La Rochelle ou Clermont-Ferrand, l'usage du véhicule particulier semble ainsi plus adapté aux déplacements "longs" que les transports en commun, moins pratiques et moins confortables, mais également non concurrentiels en termes de temps de déplacement.

Conformément à ce qui avait été supposé précédemment, il transparaît bien que, de façon générale, les communes les plus proches des villes principales sont mieux desservies par les réseaux de transports en commun que les autres. Par contraste, les espaces les plus excentrés de chaque agglomération se retrouvent délaissés par les réseaux urbains réguliers et doivent faire face à de faibles ou très faibles fréquences de passage, voire à aucune desserte. Seule la communauté d'agglomération de La Rochelle montre un caractère différent, avec une desserte totale, bien que non uniforme, de son territoire (figure 93).

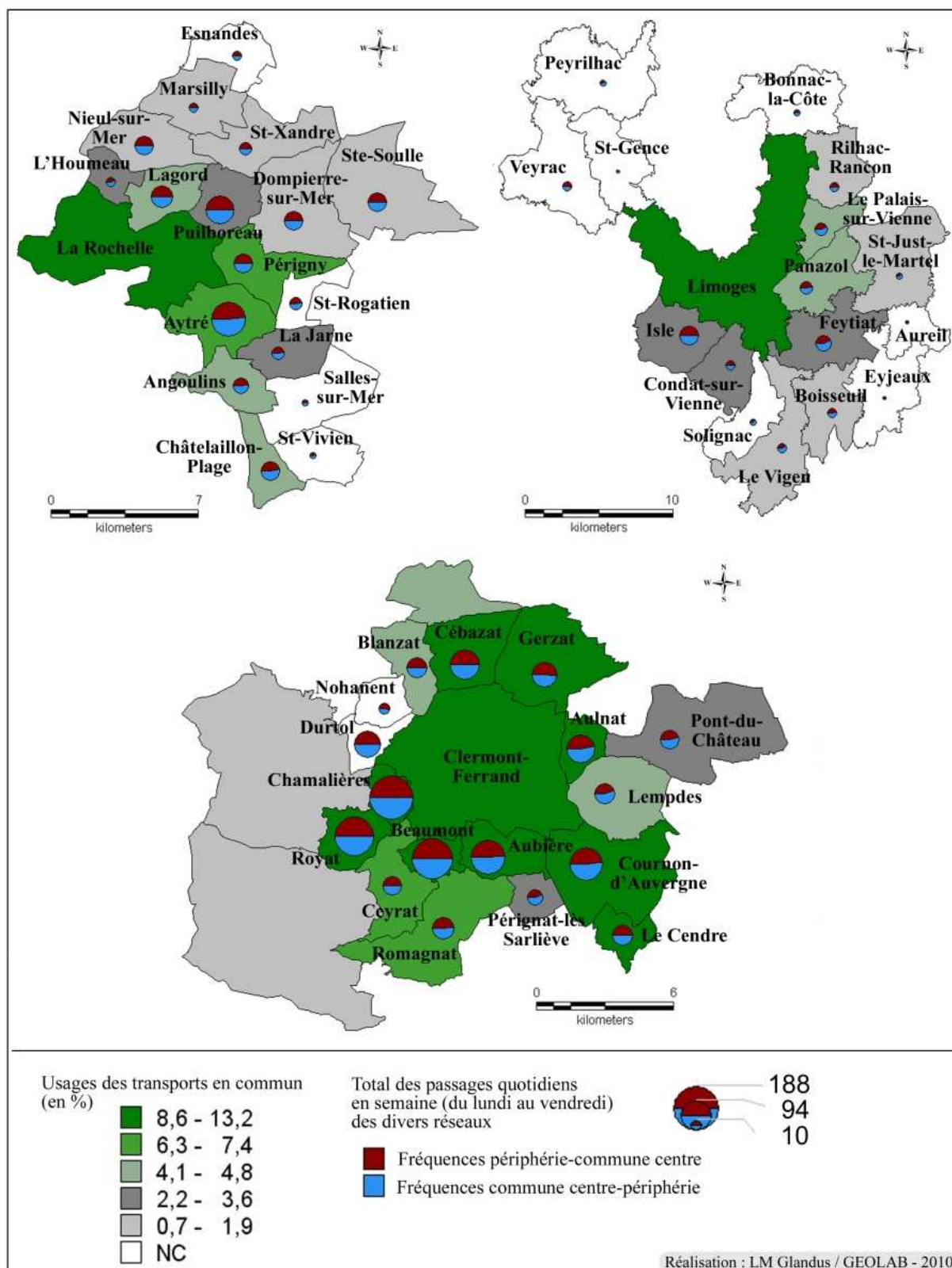


Figure 93 : Usages des transports en commun par commune et fréquences des passages quotidiens de l'ensemble des réseaux au sein des communautés d'agglomération de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand
(Sources : INSEE, RP 2006 ; Horaires RTCR Hiver 2009, TCL 2008-2009, T2C 2008-2009, TER 2009, Haute-Vienne en car 2008-2009)

Logiquement, les résultats du recensement de l'INSEE (de même que ceux des Enquêtes Ménages Déplacements) montrent que l'usage des transports en commun est, à quelques exceptions près, plus faible au sein des zones les moins bien desservies, le recours au mode collectif diminuant avec l'éloignement des communes centres, en lien avec la dégradation de l'offre (figure 93). Les habitants des communes de deuxième couronne ont donc très majoritairement recours à la voiture particulière pour tous leurs déplacements. Mais il apparaît que cette tendance est beaucoup plus marquée au sein de la totalité des agglomérations de La Rochelle, et surtout de Limoges. Ce constat peut trouver une explication dans les fréquences de passage, inférieures (y compris sur les communes de première couronne) à celles proposées à Clermont-Ferrand. Cet écart est particulièrement notable à Limoges et le contraste avec Clermont-Ferrand est très significatif. Ces usages illustrent ainsi les lacunes des offres de transports en commun sur les territoires de ces agglomérations. Mais il est également possible de considérer que, face à un fort usage du véhicule particulier, les AOTU hésitent à développer leur réseau sur ces communes, par crainte d'un échec. Puis se pose le problème, précédemment souligné, de la difficile mise en place d'un maillage dense des réseaux face à la dispersion des habitations.

De plus, l'EMD de Limoges montre que la taille moyenne des ménages diminue en se rapprochant de la commune centre : les ménages sont plus petits au centre-ville et leur composition s'accroît en allant vers la périphérie de l'agglomération. Les personnes seules sont donc assez fortement présentes à Limoges et surtout au centre, alors que les familles privilégient davantage les communes périphériques, l'espace y étant plus grand et permettant l'accès à une propriété de type pavillonnaire. Les familles résidant en périphérie ont généralement davantage recours à la voiture particulière du fait de leur composition la plus courante : un couple, le plus souvent actif, avec un ou deux enfants, voire plus. La desserte en transports en commun ne permet pas toujours d'y avoir recours, mais ces familles peuvent, pourtant, avoir besoin d'un service de transport scolaire performant.

Toutes ces caractéristiques sont à prendre en compte dans la définition des politiques de transports, afin que celles-ci soient cohérentes avec les logiques territoriales de vie au sein des agglomérations tout entières.

Les communes périphériques des trois agglomérations souffrent donc de dessertes insuffisantes et inégales. Le recours au véhicule particulier pour les déplacements quotidiens, de plus en plus fort avec l'éloignement de la commune centre, apparaît donc bien comme une conséquence de l'organisation des réseaux de transports en commun. Au sein des espaces périphériques, la possession de plusieurs véhicules et les déplacements automobiles se révèlent comme une évidence. Dans un premier temps, les fréquences de passage sur les lignes existantes peuvent faire l'objet d'améliorations. Les forts contrastes qui existent entre les agglomérations de La Rochelle et Clermont-Ferrand d'une part, et celle de Limoges d'autre part, montrent que le réseau de cette dernière pâtit d'un retard notable. Face aux multiples attentes exprimées par les habitants, des efforts doivent être faits afin de renforcer le potentiel attractif des transports collectifs sur les communes de périphérie. Toutefois, on ne peut juger les dessertes des réseaux sans tenir compte des réalités locales. La croissance urbaine qui existe depuis la fin des années 1960 a conduit à une dispersion continue de l'habitat, sans contrôle véritable, rendant fort problématique la création des lignes de transports. La maîtrise de l'étalement urbain constitue donc la principale réponse que peuvent, et doivent, apporter les agglomérations dans les années à venir.

2.5.3. Des aménagements urbains encore trop orientés vers l'accessibilité automobile

A l'échelle des agglomérations, deux principaux acteurs potentiels dans la réduction des émissions polluantes peuvent être identifiés : les collectivités locales et les entreprises ; auxquelles il faut bien évidemment ajouter les citoyens (Comité 21, 2002). D'une part, les collectivités locales, et notamment les communautés d'agglomération, bénéficient d'un pouvoir d'action direct sur les émissions. Celui-ci se traduit par une gestion de l'aménagement au travers de la maîtrise de l'étalement urbain et de la mise en place de politiques de déplacements visant à réduire la part de la voiture au profit de celle de transports alternatifs, moins polluants. D'autre part, les entreprises sont responsables d'une partie de la pollution urbaine, par le biais du déplacement des employés et des clients. Elles ont donc une responsabilité notable dans le choix de leur lieu d'implantation, celui-ci conditionnant les modes de transport possibles. Enfin, le lieu d'implantation des centres commerciaux, hyper et supermarchés ne doit pas être négligé : une localisation en zone peu dense accroît les distances de déplacement par rapport à une localisation en zone dense.

2.5.3.1. Des pôles d'attraction inégalement desservis par les transports en commun

Les objectifs d'aménagement urbain affichés par les trois communautés d'agglomération, pour la décennie à venir, sont similaires : maîtrise de la péri urbanisation diffuse, construction des zones artisanales et commerciales dans des espaces bien desservis par les transports urbains. Jusqu'à présent, la réalité montre une organisation opposée, alors que la maîtrise de l'urbanisme et de l'étalement urbain est nécessaire dans le but de réduire les déplacements automobiles au profit de ceux en transports en commun. La limitation de la dispersion urbaine passe par la densification des pôles d'activités et de vie afin d'améliorer la desserte en transports collectifs.

Pourtant, ces objectifs ne sont pas encore remplis, les élus ayant tendance à facilement céder aux demandes de construction. Le privilège accordé à l'automobile a donc conduit à la réalisation d'équipements dont la desserte en transports en commun n'est pas systématiquement assurée.

Les agglomérations de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand concentrent de multiples zones d'activités (industrielles, artisanales et commerciales) se répartissant en grande majorité sur les espaces périphériques des communes centres, mais aussi sur des communes de première couronne : Puilboreau, Périgny et Aytré pour La Rochelle ; Feytiat et Boisseuil pour Limoges ; Cébazat, Gerzat, Aubière et Cournon-d'Auvergne pour Clermont-Ferrand. Quelques uns de ces pôles attractifs en termes d'emplois et de visites sont desservis par les réseaux urbains de transports.

C'est à La Rochelle que le réseau de la communauté d'agglomération permet l'accès à un maximum de sites³⁵, répartis à proximité de la commune centre et essentiellement à l'ouest, au voisinage de l'océan, mais aussi au sud du centre-ville (figure 94).

Les informations relatives aux horaires des dessertes opérées par les réseaux urbains des trois agglomérations sont présentées en annexe 5.

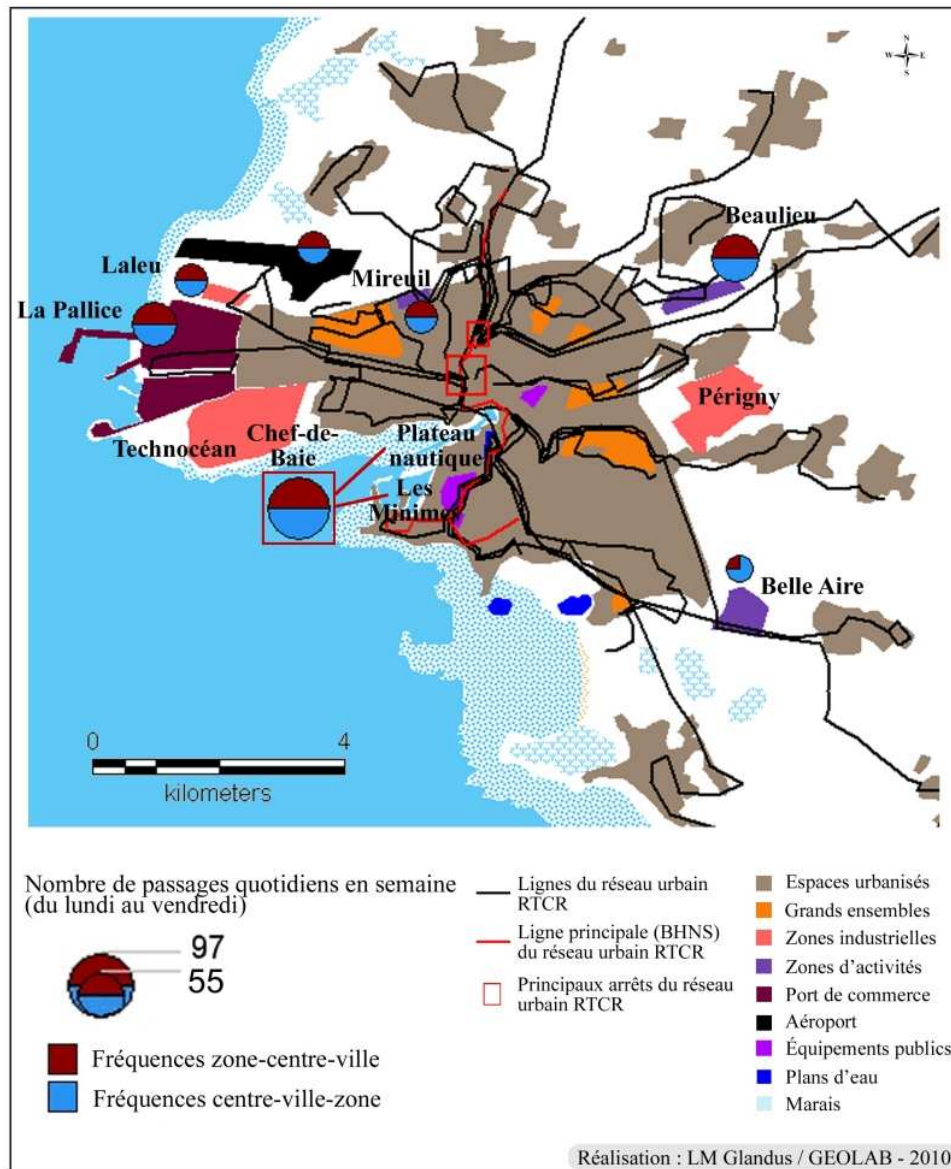


Figure 94 : Desserte des principaux pôles d'attraction de l'agglomération de La Rochelle par le réseau urbain

(Source : Horaires RTCR Hiver 2009)

³⁵ Toutes les données relatives aux dessertes et horaires mentionnées ici correspondent au réseau existant à la fin de l'année 2009, à partir des informations valables à compter des mois de juillet et septembre 2009, sans prendre en compte les évolutions attendues au cours de l'année 2010, qui ne constituaient alors que des projets. A ce moment, les dessertes prévues n'étaient pas encore toutes disponibles. Les fréquences et certaines amplitudes horaires sont donc amenées à évoluer.

Les espaces commerciaux du quartier du Mireuil à l'ouest de La Rochelle et de Beaulieu sur la commune de Puilboreau au nord-est bénéficient du passage du bus, en particulier celui de Beaulieu, desservi par deux lignes et bientôt trois avec la restructuration à venir de la ligne 4. La zone de Laleu, située non loin de l'aéroport et du pont de l'île de Ré, et le port de commerce de La Pallice, localisé à proximité, se trouvent également sur les lignes du réseau qui permettent un accès assez rapide au centre-ville. Le parc d'activités de Belle Aire, situé sur la commune d'Aytré et mêlant artisanat, industrie et commerce, jouit quant à lui d'une desserte amoindrie, en dépit du passage de deux lignes. L'une ne propose que de faibles fréquences de passage tandis que l'autre ne dessert la zone que dans un seul sens. Au contraire, le pôle technologique et universitaire des Minimes et le site du Plateau nautique, situés au sud de la commune de La Rochelle, profitent de la plus grande desserte avec trois lignes à disposition. Ces zones sont relativement proches du centre-ville, ceci leur procurant de nombreux passages et des trajets rapides. Le site du Plateau nautique, aménagé autour de l'ancien bassin des chalutiers, regroupe une trentaine d'entreprises (chantiers navals, réparation, mécaniques, ...) et se situe à proximité immédiate du musée maritime et de l'aquarium. Quant au pôle des Minimes, il regroupe l'Université, l'école d'ingénieurs EIGSI, des administrations et des activités artisanales liées à la navigation de plaisance. Ce quartier récent en pleine croissance représente un espace d'importance, aussi bien en termes d'emplois que de résidents.

Cependant, la zone industrielle Agrocéan Chef-de-Baie et la zone Technocéan, situées à l'ouest de La Rochelle, ainsi que le parc d'activités industrielles de Périgny à l'est, ne sont pas encore accessibles en bus. Mais la restructuration du réseau engagée devrait leur être favorable, par le biais de l'extension prévue de la ligne 20 vers Chef-de-Baie et la mise en service de la ligne 14 à partir de la place de Verdun vers la zone de Périgny. En particulier, les horaires de cette dernière devraient être adaptés au fonctionnement des entreprises (horaires décalés et trois-huit).

Enfin, le réseau urbain n'exclut pas l'aéroport de La Rochelle, à l'inverse des situations constatées à Limoges et Clermont-Ferrand. Celui-ci est régulièrement desservi par une ligne du réseau qui permet un trajet assez court vers le centre-ville.

Ainsi, les espaces les plus proches du péri centre et du centre-ville sont les mieux desservis. Le port de La Pallice se situe sur une des deux lignes principales du réseau (1 et 2) qui proposent les plus grandes fréquences. Mais plus particulièrement, le Plateau nautique et le pôle des Minimes, très proches du centre-ville, jouissent de très nombreux passages de bus et seront bientôt desservis par une ligne structurante du réseau, la ligne 3, qui proposera de grandes fréquences et surtout une vitesse élevée de circulation grâce à sa voie en site propre. En revanche, les zones secondaires (Belle Aire et Laleu) sont soumises à une offre voisine de celle de certaines communes périphériques.

Grâce à la restructuration du réseau de bus, l'ensemble des pôles d'attraction de l'agglomération sera bientôt situé sur le réseau urbain, même si des inégalités existent quant aux fréquences de passage.

Au sein de l'agglomération clermontoise, la situation montre des inégalités plus marquées dans les dessertes, le réseau délaissant certains sites au profit d'autres, particulièrement privilégiés, tous se concentrant dans la partie orientale de l'agglomération (figure 95).

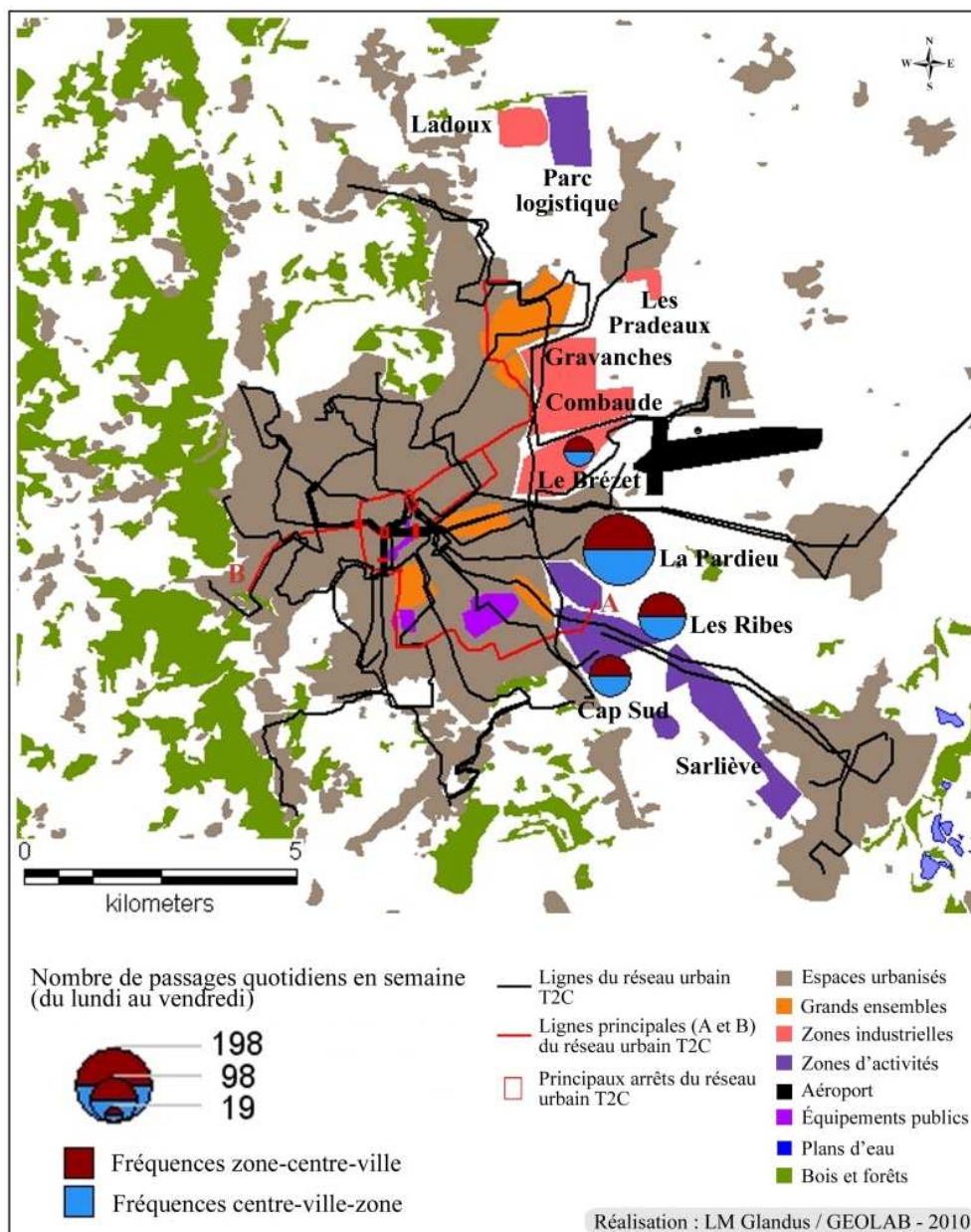


Figure 95 : Desserte des principaux pôles d'attraction de l'agglomération de Clermont-Ferrand par le réseau urbain

(Source : Horaires T2C 2008-2009)

La zone industrielle et commerciale du Brézet, située à l'est de la commune de Clermont-Ferrand, bénéficie de la desserte d'une ligne de bus. Le réseau permet également l'accès à la zone d'activités et au parc technologique de La Pardieu, au sud-est de la ville, regroupant grandes surfaces commerciales et entreprises. La ligne de tramway constitue la desserte la plus notable, celle-ci ayant également permis l'ouverture du quartier de La Fontaine du Bac, où ont été créés de nombreux logements depuis 1972, et un centre commercial. Cette vaste zone de La Pardieu aménagée dès la fin des années 1970 se trouve déjà saturée en 2009 : cette situation témoigne de son attractivité et justifie la bonne desserte qui l'accompagne, aussi bien par le réseau urbain que le réseau TER. A proximité, sur la commune d'Aubières, les zones d'activités Cap Sud et Les Ribes comptent notamment un vaste centre commercial et un complexe de cinémas (CinéDôme). Elles bénéficient du

passage de plusieurs lignes, mais dont deux seulement assurent une liaison directe avec le centre-ville.

En revanche, la zone d'activités de Sarliève, implantée sur la commune de Cournon-d'Auvergne, se trouve exclue du réseau T2C. Pourtant, sur cette zone ont été implantés le Zénith et la Grande Halle d'Auvergne, ainsi qu'un centre d'affaires. Ce dernier est encore en cours d'élaboration en 2009 mais le projet final doit proposer 25 000 m² de bureaux, commerces et services. Ce vaste ensemble tertiaire vient compléter celui de La Pardieu et se trouve donc susceptible d'attirer de nombreux flux nécessitant de bons services de transports en commun. Mais les conditions définies par les promoteurs montrent que les priorités s'orientent une fois encore vers la communication automobile et non vers celle des transports alternatifs. En effet, l'emplacement a été choisi pour sa desserte autoroutière (A 75) et des parcs de stationnement de capacité adaptée ont été aménagés dans ce sens. Une situation similaire transparaît aussi au nord-est de Clermont-Ferrand, sur les communes de Cébazat et de Gerzat. Le parc logistique Clermont-Auvergne et les zones industrielles de Ladoux et des Pradeaux ne bénéficient d'aucune liaison avec le centre de Clermont-Ferrand. Le parc logistique, créé en 1996, s'est pourtant bien développé et se trouve à proximité de la zone industrielle de Ladoux au sein de laquelle se trouve notamment le centre de recherche et développement industriel Michelin comptant près de 4 000 emplois. Les déplacements domicile-travail de tous ces employés nécessiteraient donc l'existence d'une desserte en transports en commun. De même, une liaison directe avec l'aéroport et la gare SNCF semblerait légitime afin de permettre les déplacements des visiteurs. L'absence de desserte se révèle également pour les zones industrielles de La Combaude et des Gravanches situées au nord-est de la commune de Clermont-Ferrand. Un arrêt de bus existe à l'ouest de la zone des Gravanches mais il ne permet pas d'accès à l'intérieur de tout cet espace.

Enfin, l'aéroport de Clermont-Ferrand est desservi par une ligne du réseau, mais de façon très ponctuelle : la zone aéroportuaire ne constitue pas un arrêt régulier de cette ligne dont le cheminement n'est dévié pour la desservir que 4 et 5 fois par jour en semaine, aucune desserte n'étant disponible les samedis et dimanches. De plus, cette ligne ne permet pas un accès direct au centre-ville. Le PDU considérait que la déviation d'une ligne régulière du réseau n'était pas appropriée aux horaires d'arrivées et de départs des vols. La solution proposée reposait alors sur un système de navettes dont les passages s'adaptent aux horaires des avions. Ces navettes spécifiques ont été mises en place par le réseau T2C mais supprimées en 2008, du fait d'un manque de rentabilité lié à la baisse d'affluence de l'aéroport. Les voyageurs et les employés de l'aéroport n'ont donc quasiment à leur disposition que la voiture ou le taxi. Une alternative est malgré tout possible, mais peu pratique, grâce à la ligne 10 desservant, elle, le centre de Clermont-Ferrand : l'arrêt se trouve assez éloigné de l'aérogare et n'est donc pas facilement accessible (notamment pour des voyageurs encombrés de valises). Les propositions à ce sujet restent faibles et reportées à un horizon futur.

Il apparaît donc, tout comme à La Rochelle, que l'offre diminue en s'éloignant du centre de Clermont-Ferrand. La zone d'activités de La Pardieu bénéficie notamment du passage de la ligne de tramway, grâce à son intégration à l'espace urbain dense et à sa forte croissance. Les zones secondaires (Le Brézet et Cap Sud) sont, elles, soumises à une offre voisine de celle de certaines communes périphériques, bien que celle du Brézet ait longtemps constitué la principale zone d'activités de Clermont-Ferrand (à laquelle a succédé le parc de La Pardieu). De plus, certaines de ces zones attractives (les zones d'activités Cap Sud et Les Ribes, ainsi que l'aéroport) ne sont pas directement reliées au centre-ville. Cependant, les trajets peuvent être effectués via une correspondance entre bus et tramway. Cette situation révèle donc concrètement que les fréquences élevées du tramway constituent un réel avantage

permettant d'opérer des changements de transports sans subir trop d'attente. Quant aux espaces les plus excentrés et donc peu intégrés à l'urbanisation de Clermont-Ferrand, ils sont exclus de l'offre en transports urbains, en dépit des activités qu'ils proposent. On peut, à ce titre, critiquer l'absence de desserte de zones d'activités en plein essor sur des communes de première couronne et de l'aéroport, espaces certes éloignés de la ville mais accueillant de nombreux employés et visiteurs.

A l'image des dessertes proposées à Clermont-Ferrand, celles du réseau de Limoges témoignent d'inégalités de traitement des principaux pôles d'attraction de l'agglomération, essentiellement situés au nord de Limoges (figure 96).

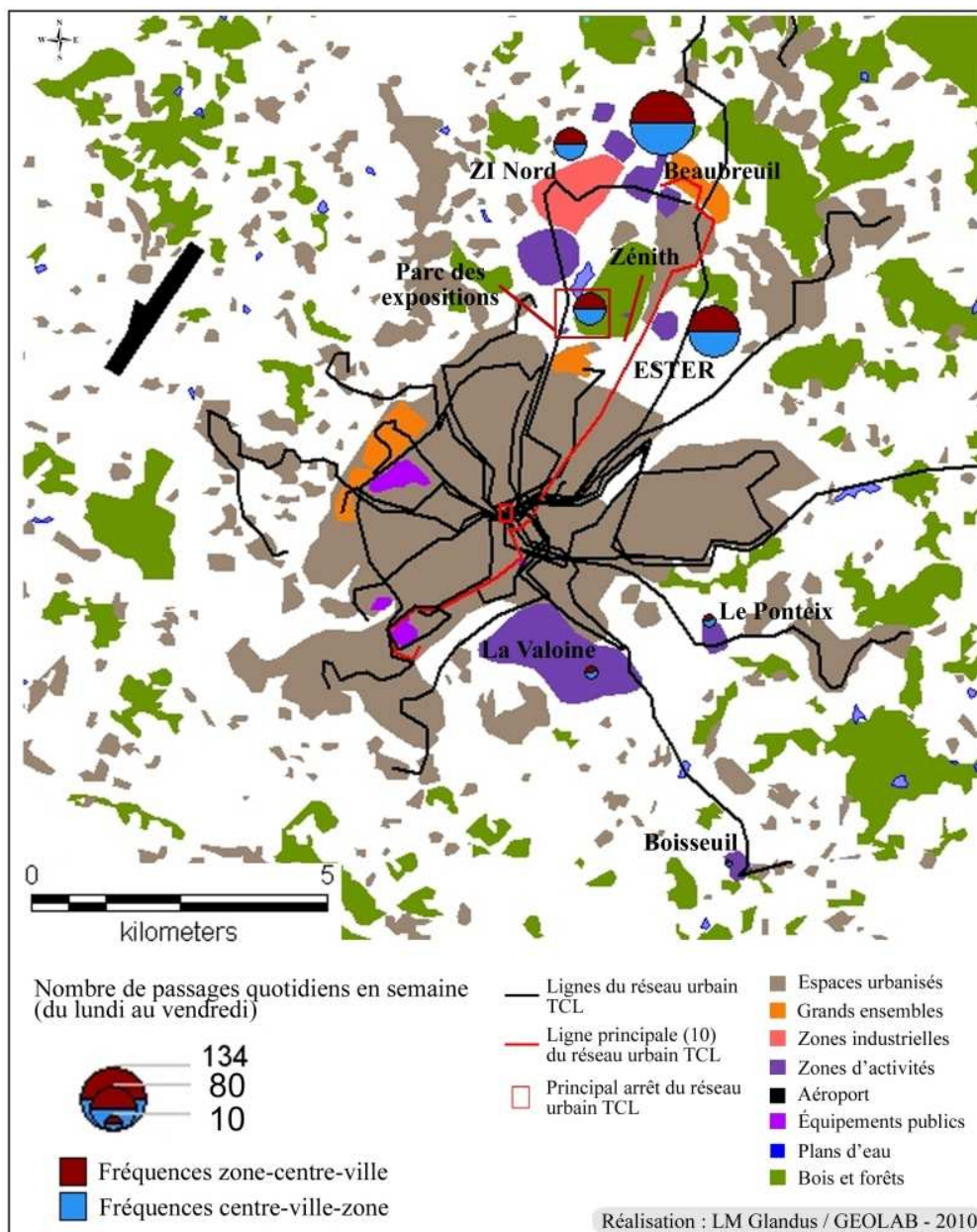


Figure 96 : Desserte des principaux pôles d'attraction de l'agglomération de Limoges par le réseau urbain

(Source : Horaires TCL 2008-2009)

Le réseau urbain permet l'accès en bus aux espaces commerciaux du quartier de Beaubreuil au nord de Limoges et de Boisseuil, au sud de l'agglomération. Cependant, le contraste est frappant entre la desserte du premier site (desservi par trois lignes aux passages multiples) et celle du second (desservi par une ligne n'offrant que trois passages quotidiens). Le quartier de Beaubreuil profite en effet de sa situation au cœur de la ZAC éponyme, à forte densité de population. Par ailleurs, les zones d'activités de La Valoine et du Ponteix, situées au sud-est de Limoges, et la zone industrielle Nord, ainsi que le technopole d'Ester et le Parc des expositions, localisés au nord de la ville, sont situés sur des lignes du réseau TCL.

Néanmoins, à l'image du Zénith de l'agglomération clermontoise, celui de Limoges n'a pas été construit en tenant compte de l'accessibilité en transports collectifs. Situé aux abords immédiat d'une bretelle d'accès et de sortie autoroutière, il n'est desservi par aucune ligne régulière de semaine. Mais une desserte spécifique est toutefois proposée les jours de spectacle, au départ de la place Winston Churchill et avec six arrêts supplémentaires.

Enfin, la lacune la plus notable réside sans doute dans l'absence de liaison régulière entre le centre-ville de Limoges et l'aéroport de Bellegarde. Si des pôles à assez fort potentiel d'attraction, tels que la zone commerciale de Beaubreuil ou le technopole d'Ester, bénéficient d'une bonne liaison avec la ville, ce n'est pas le cas pour cette partie la plus excentrée de la commune. Les voyageurs au départ ou à l'arrivée de l'aéroport de Limoges-Bellegarde n'ont donc pas d'autre choix que l'usage du taxi ou de la voiture particulière.

Si la plupart des pôles d'attraction principaux se trouve reliée au centre-ville par les transports en commun, la réalité montre cependant de grandes inégalités de desserte. Comme à Clermont-Ferrand ou La Rochelle, les zones les plus intégrées à l'espace urbain dense de Limoges sont les mieux desservies. Notamment, le technopole et la zone commerciale de Beaubreuil sont desservis par la ligne principale du réseau urbain et profitent d'une forte fréquence de passage (un bus toutes les 10 min environ), ces sites représentant un fort potentiel d'attraction en termes d'emplois, mais aussi de visites. Mais cette situation s'oppose à celle rencontrée sur la zone d'activités de la Valoine, qui ne bénéficie que de liaisons modérées, alors même qu'elle constitue un pôle d'emplois non négligeable : en-dehors des heures "classiques" d'arrivée au travail (8 et 14h), cet espace n'est qu'assez faiblement accessible par bus. Dans le cas d'horaires plus particuliers (tels que 9 ou 10h), l'usage des transports en commun est difficile : la voiture reste alors de nouveau le mode de déplacement domicile-travail le plus commode, et de ce fait le plus utilisé. De même, le parc d'activités du Ponteix ne se situe que sur une déviation de la ligne 35 et n'est, de ce fait, que très rarement desservi. Enfin, le centre commercial de Boisseuil, attractif du point de vue des achats mais aussi des emplois, ne bénéficie que d'une fréquence très faible.

2.5.3.2. Une évolution nécessaire des critères de localisation des futurs équipements

La figure 97 témoigne d'un fort point commun entre la plupart de ces espaces : leur implantation à proximité immédiate des voies de communication principales, qu'elles constituent des autoroutes ou des voies rapides :

- La rocade à La Rochelle (RN237) ;
- L'autoroute A20 à Limoges ;
- Les autoroutes A71 au nord (jusqu'à la zone du Brézet) et A75 au sud (aux abords du parc de La Pardieu et de la zone d'activités de Sarliève) de Clermont-Ferrand.

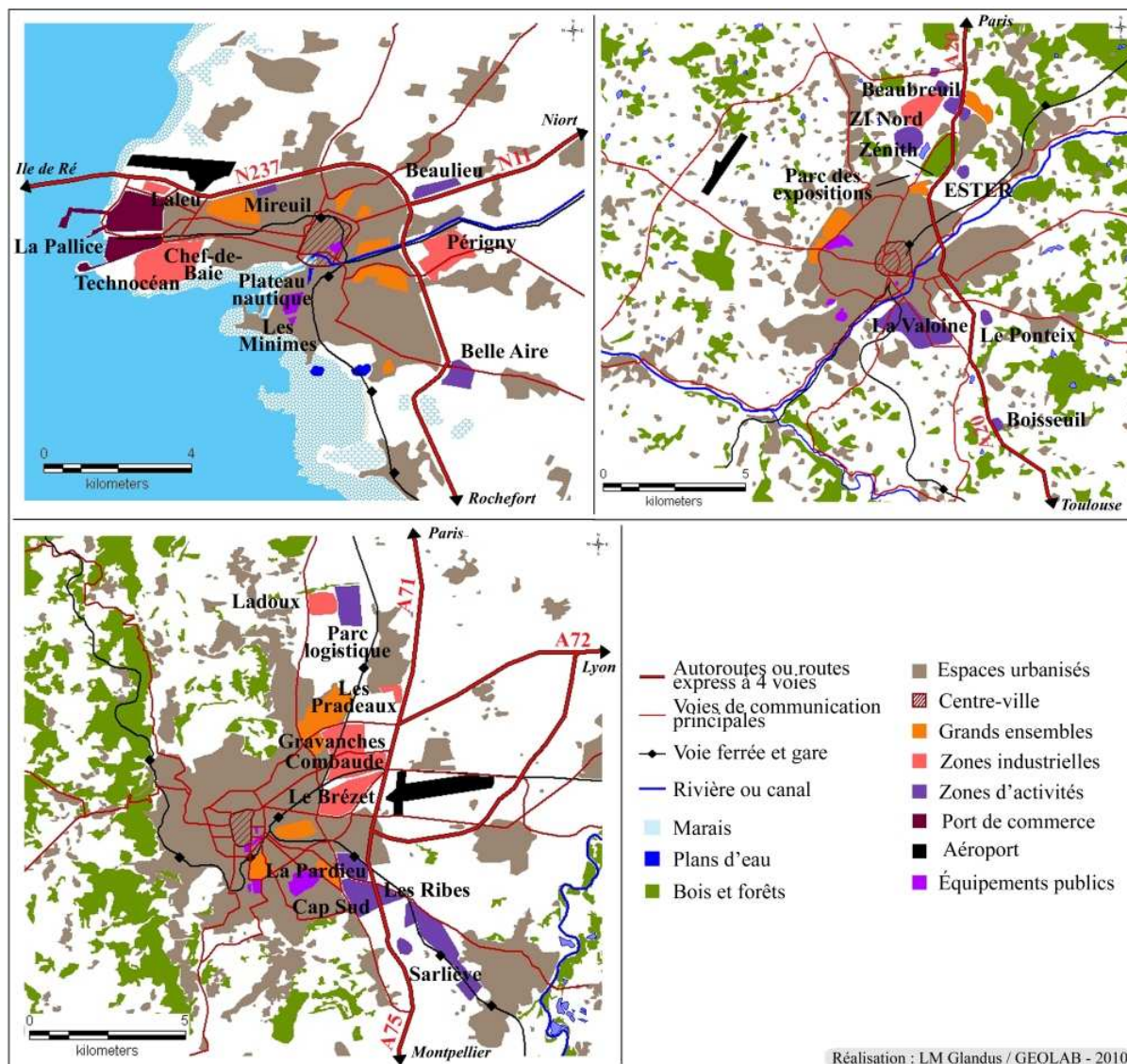


Figure 97 : Organisation spatiale des principales zones industrielles et d'activités des agglomérations de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand

A fortiori, beaucoup de ces zones s'ouvrent directement sur un échangeur pour un accès encore plus direct aux voies rapides. L'usage de ces dernières est d'ailleurs gratuit : à La Rochelle, la rocade à 2x2 voies correspond à des routes nationales ; à Limoges, l'autoroute A20 est non concédée sur cette partie ; à Clermont-Ferrand, l'A75 est également non concédée et la barrière de péage de l'A71 se situe au nord, permettant une desserte gratuite de toute l'agglomération.

Cette situation reflète clairement quel objectif est poursuivi dans la réalisation de parcs d'activités : l'accessibilité automobile constitue le critère principal pris en compte dans le choix des emplacements. Les premières zones d'activités apparues dans les années 1970 se sont organisées en fonction de ces axes principaux conditionnant l'accessibilité par la route (pour les voitures, mais aussi pour les véhicules de livraisons). Mais aujourd'hui encore, l'accessibilité en transports en commun est rarement prise en compte dans la réalisation de nouveaux équipements susceptibles d'attirer une population importante. Ainsi, au lieu de

réaliser les nouvelles constructions sur des zones déjà bien desservies, de nouvelles entreprises s'implantent à des endroits éloignés des arrêts de transports en commun où les réseaux urbains tentent, éventuellement, d'adapter la desserte en la renforçant pour un meilleur service, *a posteriori*. Le cas le plus frappant est celui des Zéniths de Clermont-Ferrand et Limoges, dont l'implantation a été dictée par la desserte autoroutière et non par celle des réseaux de transports.

Toutefois, un renforcement de la desserte en transports en commun des pôles commerciaux de périphérie n'est pas véritablement envisagée car les transports urbains ne peuvent concurrencer la voiture pour bon nombre de déplacements à but d'achat : il est vrai que le véhicule particulier reste le mode le plus prisé et le plus pratique pour ce type de trajet. Mais si ce type de mobilité peut difficilement s'accommoder du mode collectif, les déplacements à but culturel (ayant par exemple pour destinations un Zénith ou un complexe de cinémas) ou à destination des centres-villes, et les déplacements domicile-travail sont, quant à eux, directement concernés par la desserte des réseaux urbains.

La solution doit alors passer par l'application de règles strictes concernant l'accessibilité en transports urbains. Les politiques de planification urbaine et de déplacements pourraient ainsi être associées en suivant l'exemple de la "méthode ABC", introduite aux Pays-Bas en 1991 et expérimentée en Suisse au sein de l'Ouest lausannois dans les années 2000. Réalisée dans le but de diminuer l'usage de la voiture, en particulier pour les déplacements domicile-travail, cette méthode « vise à placer la bonne entreprise au bon endroit en combinant l'accessibilité du territoire et le profil de mobilité de l'entreprise » (Noirjean, Merle, 2005). Son ambition consiste à choisir l'implantation des activités en fonction des types de déplacements qu'elles génèrent et de leurs besoins en places de stationnement. La méthode cible deux publics : les salariés et les visiteurs ou clients. Une entreprise attirant un nombre élevé de ces publics a tout intérêt à être bien desservie par les transports en commun. Ainsi, les établissements générant de nombreux déplacements quotidiens doivent être localisés au sein de zones bien équipées en transports publics. Cet objectif doit être couplé avec d'autres mesures consistant à réduire l'offre de stationnement sur le lieu de travail et à supprimer les places gratuites du domaine public situées à proximité. En effet, le stationnement gratuit à proximité du lieu de travail ou sur le lieu même du travail constitue un avantage qui conduit les automobilistes à ne pas se tourner vers les modes alternatifs à la voiture (Hine, Scott, 2000). Ensuite, les entreprises doivent agir sur les flux de mobilité en instaurant un Plan de Déplacements d'Entreprise (PDE). Mais ces innovations ne peuvent se passer de l'amélioration de l'offre en transports publics, indispensable, mais pas suffisante en elle-même. C'est en réalité l'association de tous ces facteurs (progrès de la desserte, de la fréquence et du confort des transports collectifs, régulation du stationnement et optimisation de l'aménagement urbain) qui peut conduire à une diminution de l'usage de la voiture au quotidien. Cependant, la politique consistant à limiter le nombre de places de stationnement se trouve confrontée à un problème lié aux tendances développées jusqu'à présent. En effet, l'accessibilité se borne pour l'instant à l'accessibilité routière puisque le modèle urbain repose depuis plusieurs décennies sur l'utilisation de l'automobile. De ce fait, proposer aux entrepreneurs des terrains à l'offre de stationnement réduite ne paraît pas compétitif. Ce point de vue se vérifie sur l'agglomération de Clermont-Ferrand où la demande s'oriente massivement vers des immeubles de bureaux ayant des facilités d'accès et de parking (CCI de Clermont-Ferrand/Issoire). En outre, la mise en application de cette politique dans l'Ouest lausannois révèle un manque de disponibilité des terrains bien desservis par les transports en commun (Noirjean, Merle, 2005). La réponse à cette lacune devrait donc reposer, dans un premier temps, sur un élargissement des réseaux au regard des zones destinées à la construction ; cette décision devant, dans un second temps, être suivie par un

respect total de ces aménagements et l'implantation d'établissements à proximité des arrêts de transport.

Par ailleurs, si l'usage de l'automobile prime sur celui des modes collectifs urbains, la prééminence du transport routier s'appréhende aussi par le biais du transport de marchandises. La très forte présence du trafic routier en France s'observe sur les grands axes de contournement des communes étudiées. En effet, aux mobilités automobiles s'ajoute le trafic des poids lourds de transit, mais aussi le trafic lié aux activités commerciales des agglomérations et, pour La Rochelle, celui généré par les activités portuaires. Tous ces déplacements entraînent non seulement un encombrement supplémentaire des voies, mais aussi et surtout une pollution de l'air importante. Dans ce contexte, il paraît nécessaire de développer le plus possible le fret ferroviaire.

Les communautés d'agglomération doivent donc désormais, via les outils d'urbanisme dont elles disposent, maîtriser l'implantation des zones d'activités afin de diminuer les distances de déplacement et favoriser la mise en œuvre d'une desserte rentable en transports urbains. Cet objectif s'avère d'autant plus nécessaire que les tendances de déplacements des populations ont évolué depuis les années 1990. En effet, l'Enquête Ménages Déplacements (EMD) de l'agglomération de Clermont-Ferrand³⁶ révèle que les déplacements contraints (Domicile-Travail et Domicile-Études) ont diminué depuis 1992 et ne représentent en 2003 que 29% du total. Les habitants ont ainsi de plus en plus tendance à se déplacer de manière "libre", pour des activités de loisirs, d'achats, ... De plus, les mouvements non liés au domicile représentent 21% du total. Il semble donc de plus en plus difficile d'identifier clairement les flux de circulation, tous ces trajets étant majoritairement effectués en voiture. Aux déplacements établis entre les lieux de résidence et de travail s'ajoutent de nouveaux flux dont l'origine n'est pas identifiable de manière distincte. Les destinations, quant à elles, le sont beaucoup plus puisqu'il doit s'agir essentiellement des pôles commerciaux ou culturels représentés par le centre-ville et les zones de périphérie (centres commerciaux, Zénith, complexe de cinémas). La desserte en transports en commun doit donc se concentrer sur ces espaces de plus en plus attractifs.

2.5.4. Des quartiers urbains inégalement desservis par les modes de transport collectifs

Si les réseaux des trois agglomérations montrent des inégalités évidentes dans les dessertes et les fréquences de passage, leurs organisations restent assez similaires et se concentrent essentiellement sur la desserte des communes centres, au détriment des zones périphériques. Cependant, des contrastes existent au sein même de ces espaces, mettant en évidence une décroissance de l'offre avec l'éloignement du centre-ville : ce dernier constitue en effet l'espace privilégié par les réseaux de transports en commun.

³⁶ L'EMD de Clermont-Ferrand a été réalisée en 2003 par la communauté d'agglomération de Clermont-Ferrand, sur un total de 58 communes représentant 343 000 personnes réparties en 155 000 ménages.

2.5.4.1. Un territoire marqué par les contrastes et les attentes des habitants : l'exemple de Limoges

Même si le territoire de la commune de Limoges peut paraître *a priori* bien doté en transports en commun, il ne l'est globalement que par rapport aux communes de la périphérie. Les positions des habitants sur les offres du réseau proposé montrent en effet que celui-ci mériterait des améliorations à plusieurs titres. Il est vrai que le réseau fait apparaître des inégalités au sein même du territoire de la commune de Limoges, mises en lumière par l'enquête menée il y a quelques années (Glandus, 2006).

Cette enquête révèle qu'un nombre important (83%) de personnes est insatisfait au sein du territoire communal, ceci indiquant que les lacunes sont bien réelles sur l'ensemble de la commune de Limoges. Les résultats montrent que 87% des habitants du centre-ville et 83% des habitants du péri centre attendent que des efforts soient menés, tout particulièrement pour la desserte et les horaires, mais aussi pour les tarifs des voyages. Les résidents des zones plus excentrées de la commune, telles que Landouge ou le Mas Blanc, peu habitués des véhicules de la TCL, ne paraissent pas attendre plus d'améliorations que les autres : seulement 81% d'entre eux en sont demandeurs. Les zones centrale et péri centrale semblent ainsi ne pas être aussi bien desservies du point de vue des habitants, bien que ces espaces soient les mieux dotés du réseau. Les habitants, s'ils utilisent plus que d'autres les modes de transport collectifs, n'en sont pas pour autant satisfaits.

Les usagers les plus fidèles semblent ainsi être les plus critiques. De fait, les résidents de quartiers excentrés, ayant peu recours au mode collectif, ne se sentent pas véritablement concernés par les offres du réseau urbain et ne semblent pas considérer ce mode comme un moyen potentiel de déplacement. Cette indifférence montre ainsi combien l'organisation des transports publics doit évoluer, aussi bien quant à l'offre concrète qu'à la sensibilisation des habitants.

Au contraire, la population de la zone industrielle Nord et de la ZAC de Beaubreuil apparaît comme la plus motivée par l'utilisation des transports en commun, mais attend tout de même que des efforts soient réalisés par la municipalité afin que ces pratiques ne se perdent pas. Une grande part des améliorations possibles est attendue dans le domaine des horaires (40%) : les fréquences de passage sont considérées comme insuffisantes, notamment les dimanches. Ainsi, l'offre ne semble pas être ici totalement satisfaisante, mais ce type de transport correspond apparemment bien aux attentes des habitants de cet espace.

Une grande majorité de la population de Limoges réside dans des quartiers plus ou moins éloignés du centre-ville :

- le "péri centre", s'étalant en une vaste auréole du centre à la limite de l'espace d'habitat dense ;
- la "banlieue", comprenant essentiellement, dans le cadre de l'enquête, les secteurs de Landouge et du Mas Blanc ;
- la "zone industrielle", correspondant aux quartiers situés en zone industrielle Nord et sur la ZAC de Beaubreuil.

Parmi ces espaces concernés par l'enquête, le péri centre se distingue des deux autres par sa proximité avec le noyau urbain central et fait partie intégrante du territoire le plus dense de la commune. A l'inverse, les autres quartiers (regroupant Landouge, le Mas Blanc et la zone industrielle, auxquelles peut s'ajouter Beaune-les-Mines, espace de banlieue situé au

nord de la commune de Limoges) correspondent à des espaces plus excentrés et ne bénéficient pas de niveaux d'offre de déplacement égaux (figure 98).

Les informations relatives aux horaires des dessertes opérées par les réseaux urbains des trois agglomérations sont présentées en annexe 5.

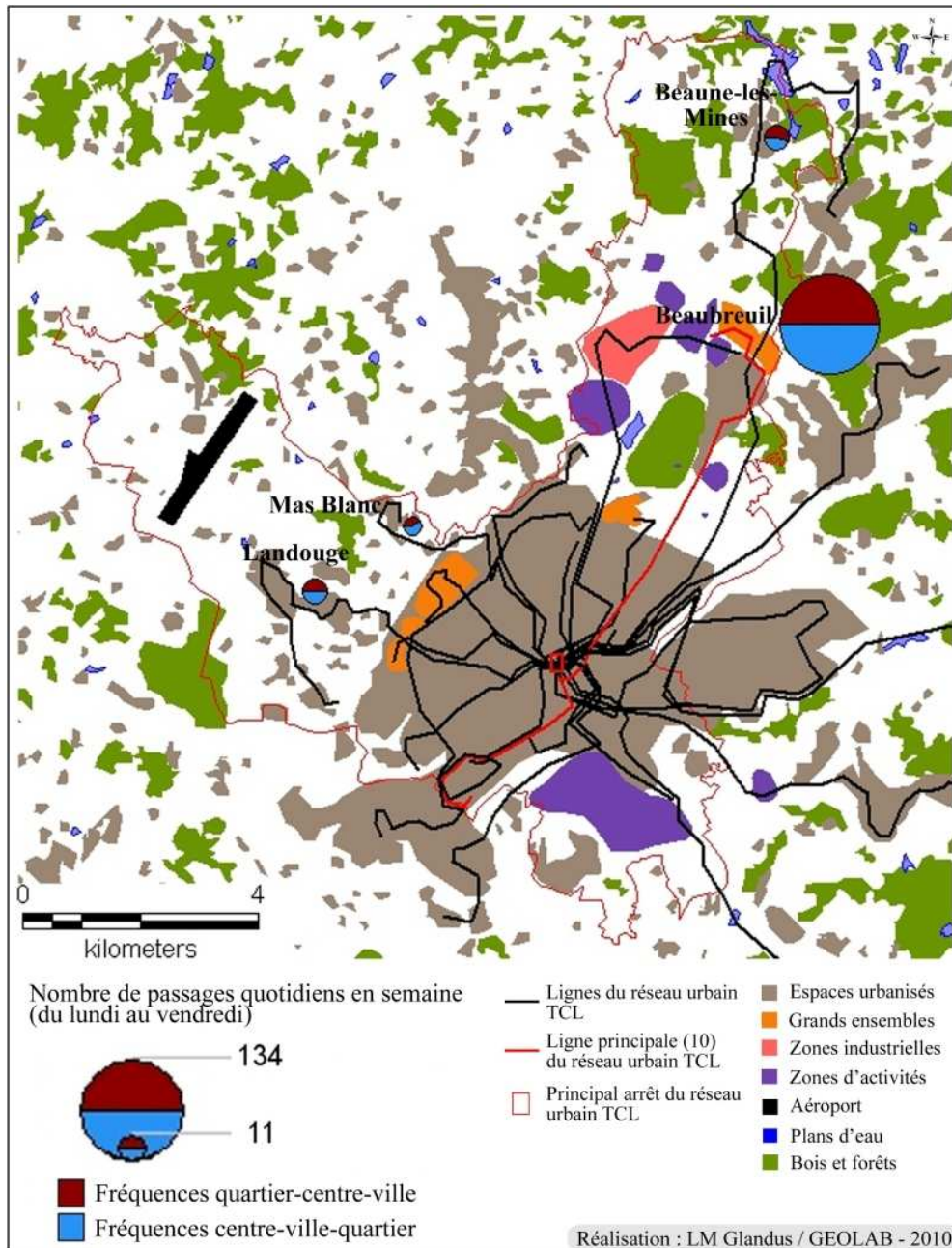


Figure 98 : Desserte des principaux quartiers excentrés de la commune de Limoges par le réseau urbain
(Source : Horaires TCL 2008-2009)

La simple observation des dessertes proposées par le réseau TCL contribue à expliquer les pratiques constatées. Les résultats montrent en effet que 33% de la population des quartiers de la zone industrielle Nord et de Beaubreuil utilisent le bus pour rejoindre le centre de Limoges. Or, cette zone bénéficie très nettement de l'offre la plus large avec trois lignes,

dont une seulement propose de faibles fréquences. Le temps d'attente entre deux passages est d'environ 10 min pour la ligne 10 et d'une vingtaine de minutes pour la ligne 20. De plus, la desserte s'opère ici de façon continue tout au long de la journée, n'excluant aucune tranche horaire comme cela est le cas pour les espaces de la périphérie.

Au contraire, la desserte du Mas Blanc et de Landouge s'apparente à celle proposée aux communes de première couronne, le Mas Blanc faisant figure d'espace quasi-oublié par les transports en commun. Dans ce dernier cas, les habitants n'ont accès à aucun passage de 8h45 à 13h20 et de 14h07 à 16h40. Quant aux horaires du samedi (7h20 et 8h00), ils paraissent n'être destinés qu'aux personnes scolarisées. Les habitudes de déplacement des résidents de ces deux derniers espaces semblent donc assez logiques : 8% seulement ont recours aux transports en commun, de façon généralement très occasionnelle, pour se rendre au centre-ville et 54% des progrès attendus concernent le domaine des horaires. Cette carence se manifeste également pour la desserte de Beaune-les-Mines, où l'enquête n'avait pas été menée. La fréquence de passage étant voisine de celle de Landouge, on peut supposer que les pratiques de déplacement sont les mêmes.

Les résidents de la zone péri centrale connaissent, quant à eux, moins de difficultés en termes de déplacements du fait de leur appartenance à la partie dense du territoire de la commune de Limoges. Ils sont nombreux (26%) à abandonner la voiture au profit des transports en commun pour se diriger vers le centre, dans le cadre de déplacements relatifs aux achats ou aux loisirs. Même si l'offre est moins riche qu'en centre-ville et non uniforme, elle est toutefois plus grande que celle proposée aux habitants de la banlieue. Les critiques adressées à l'égard des horaires sont d'ailleurs bien plus faibles qu'à Landouge ou au Mas Blanc. Les fréquences s'élèvent à un passage toutes les 10, 15 ou 20 min environ selon les lieux, mais certaines lignes possèdent des durées d'attente atteignant 45 min, voire 1 h. Les horaires les plus denses correspondent le plus souvent aux lignes pénétrant jusqu'au centre-ville et plus particulièrement dans l'hypercentre. Quant à celles dont le trajet s'opère totalement, ou en grande partie, au sein du péri centre, elles proposent des passages beaucoup plus espacés dans le temps. De façon générale, les horaires pourraient donc, même en zone péri centrale, être plus réguliers.

La hiérarchie de la desserte correspond bien aux jugements des habitants de la banlieue et de la zone industrielle. Les efforts doivent donc essentiellement porter sur la fréquence des passages, au regard des offres du réseau et des demandes des résidents. Les horaires d'arrêts pourraient être resserrés afin de permettre une plus grande liberté de déplacement aux usagers potentiels et être ainsi en mesure de concurrencer le véhicule particulier. L'offre du samedi peut également se rapprocher de celle de la semaine. En effet, si les trajets domicile-travail sont essentiellement réalisés du lundi au vendredi, ceux vers le centre-ville s'opèrent souvent le samedi. En outre, même si l'usage de la voiture est perçu comme plus pratique par beaucoup, certains habitants ne peuvent avoir recours à ce mode de transport. La faiblesse du nombre de passages journaliers des transports en commun constitue alors pour eux un handicap.

Les espaces les plus excentrés de la ville apparaissent ainsi comme les moins bien reliés au centre-ville et au reste de la commune. La zone industrielle Nord et la ZAC de Beaubreuil sont beaucoup plus intégrées au territoire urbanisé que Landouge, le Mas Blanc ou Beaune-les-Mines, dont les situations sont comparables à celle de la zone périphérique. Landouge et Beaune-les-Mines constituaient auparavant des communes à part entière, comme en témoigne l'existence d'une église au centre de chacun des bourgs. Mais à partir des années 1970, la croissance de l'urbanisation, concrétisée par l'apparition massive de lotissements pavillonnaires, les a conduites à devenir des quartiers périphériques désormais intégrés au territoire communal de Limoges. L'éloignement réel de toutes ces zones par rapport au centre

est pourtant sensiblement le même (à l'exception de Beaune-les-Mines, plus éloignée que les autres). Les dessertes ne dépendent donc pas ici des distances au centre-ville, mais plutôt des densités de population, et surtout d'activités. Les quartiers de la zone industrielle Nord et de Beaubreuil présentent une densité urbaine plus grande que celle des trois autres espaces, dont l'aspect se rapproche du territoire péri urbain. De plus, ils englobent des zones d'activités industrielles et commerciales, attractives du point de vue des emplois et des visites.

Il semble que la politique actuelle de la STCL ne tienne pas compte des évolutions territoriales auxquelles est confrontée la commune depuis plusieurs années. Si la zone industrielle était auparavant plus développée que les espaces péri urbains, ces derniers ont connu, à l'image des communes voisines, une urbanisation croissante. Le centre-ville est en effet quelque peu délaissé depuis plus de trente ans au profit de la proche banlieue. Alors que la ZAC de Beaubreuil, créée en 1975, attire aujourd'hui moins de résidents qu'il y a quelques années, les anciennes communes de Landouge ou de Beaune-les-Mines, ainsi que le Mas Blanc se retrouvent face à une forte extension de lotissements. Le nombre d'habitants y augmente et les besoins en termes de déplacements sont de ce fait plus nombreux. Mais ce nouveau mode de vie n'est devenu possible que grâce à la mobilité que procure la voiture. Le réseau des transports en commun de Limoges reste, quant à lui, encore trop attaché au schéma urbain ancien, dans lequel le centre-ville constituait l'espace le plus attractif, alors que l'histoire montre une évolution notable, en accordant aux espaces de première couronne, puis de deuxième couronne depuis la décennie 1970 et surtout 1990, l'attractivité la plus forte (grâce à de plus grandes disponibilités foncières et des prix plus abordables). Les aménageurs éprouvent donc, semble-t-il, des difficultés à suivre ce mouvement en termes d'infrastructures publiques, celles-ci n'ayant pas véritablement accompagné tous ces bouleversements urbains. Ceci conduit à l'existence d'inégalités au sein même de la commune de Limoges et une adaptation serait souhaitable.

Ainsi, il paraît nécessaire d'améliorer le réseau actuel afin de permettre un remplacement partiel de l'usage de la voiture. Le réseau TCL doit proposer une organisation des passages tenant mieux compte des réalités territoriales actuelles : les bassins d'emplois principaux, tout comme les quartiers les plus densément peuplés doivent bénéficier d'une bonne communication entre eux. Celle-ci passe aussi bien par une desserte équitable que par des horaires de passage aussi nombreux que possible.

Les horaires des lignes desservant le centre-ville de Limoges doivent être améliorés, les lacunes étant trop souvent soulignées et conduisant à l'usage trop généralisé de la voiture. Les temps d'attente entre chaque passage peuvent être réduits, afin de contribuer à une plus grande accessibilité du centre, puis de l'hypercentre, aussi bien pour les déplacements domicile-achats/loisirs que domicile-travail. A ce titre, les horaires, comme la desserte, peuvent bénéficier d'évolutions allant dans le sens d'une utilisation facilitée tout au long de la journée, ainsi qu'en soirée.

2.5.4.2. Des réseaux principalement axés sur les centres-villes

Les communes de La Rochelle, Limoges ou Clermont-Ferrand concentrent une large part des emplois de leurs communautés d'agglomérations respectives, dont une portion importante se localise en centre-ville (Communauté d'agglomération de La Rochelle, 2000). Celui-ci correspond au milieu de la ville, non dans un sens géométrique mais en lien avec l'accumulation d'équipements, commerces et services, et il constitue le pôle d'attraction principal pour les déplacements domicile-travail. De ce fait, il est, en principe, l'endroit le plus fréquenté de la ville (ou tout au moins un lieu particulièrement fréquenté), la partie vive

et la "vitrine" commerciale et culturelle de la cité, représentée généralement par le centre historique et ses monuments anciens (Brunet et *al.*, 2009). La notion d'hypercentre équivaut à cet espace mais insiste sur l'importance de ses activités et son dynamisme, en se concentrant sur la partie commerciale et culturelle, au sein de laquelle sont généralement aménagées les zones piétonnières. Même si beaucoup de boutiques laissent de plus en plus la place à des établissements bancaires ou d'assurance, l'hypercentre reste encore une forte zone d'animation. L'attractivité de cet espace est alors duale, entre la venue des chalands ou visiteurs, et celle des résidents. De surcroît, le potentiel attractif des espaces centraux réside dans leur patrimoine touristique qui en fait des espaces très fréquentés par les visiteurs. Cette situation est particulièrement notable à La Rochelle. En 1996, le Vieux Port et la Vieille Ville occupaient la 15^{ème} place au palmarès national de la fréquentation des sites touristiques, avec environ 3 millions de visiteurs (Communauté d'agglomération de La Rochelle, 2000). L'aquarium se plaçait quant à lui en 2006 au 7^{ème} rang des sites français non culturels, avec 792 000 entrées (Conseil régional de Poitou-Charentes, 2008).

Face au potentiel attractif des centres-villes et à leur densité de population élevée, les réseaux de transports ont tendance à donner une grande priorité à ces espaces. Les trois réseaux se densifient ainsi à l'approche des centres urbains, traversés par de très nombreuses lignes.

A Clermont-Ferrand, les lignes s'organisent au centre selon une croisée est-ouest / nord-sud (figure 99) : de l'université Blaise Pascal à la place de Jaude et de la place Delille au Jardin Lecoq, avec comme point de convergence l'arrêt Ballainvilliers situé au croisement de la rue Ballainvilliers et de la rue du Maréchal Joffre (place Hippolyte Renoux). Cet espace est enfin encerclé par la ligne de tramway (ligne A) qui permet l'accès direct à plusieurs lieux stratégiques, dont notamment l'hôtel de ville, les places Gaillard et de Jaude ouvertes sur l'espace piétonnier et commerçant de l'hypercentre, ainsi que les facultés.

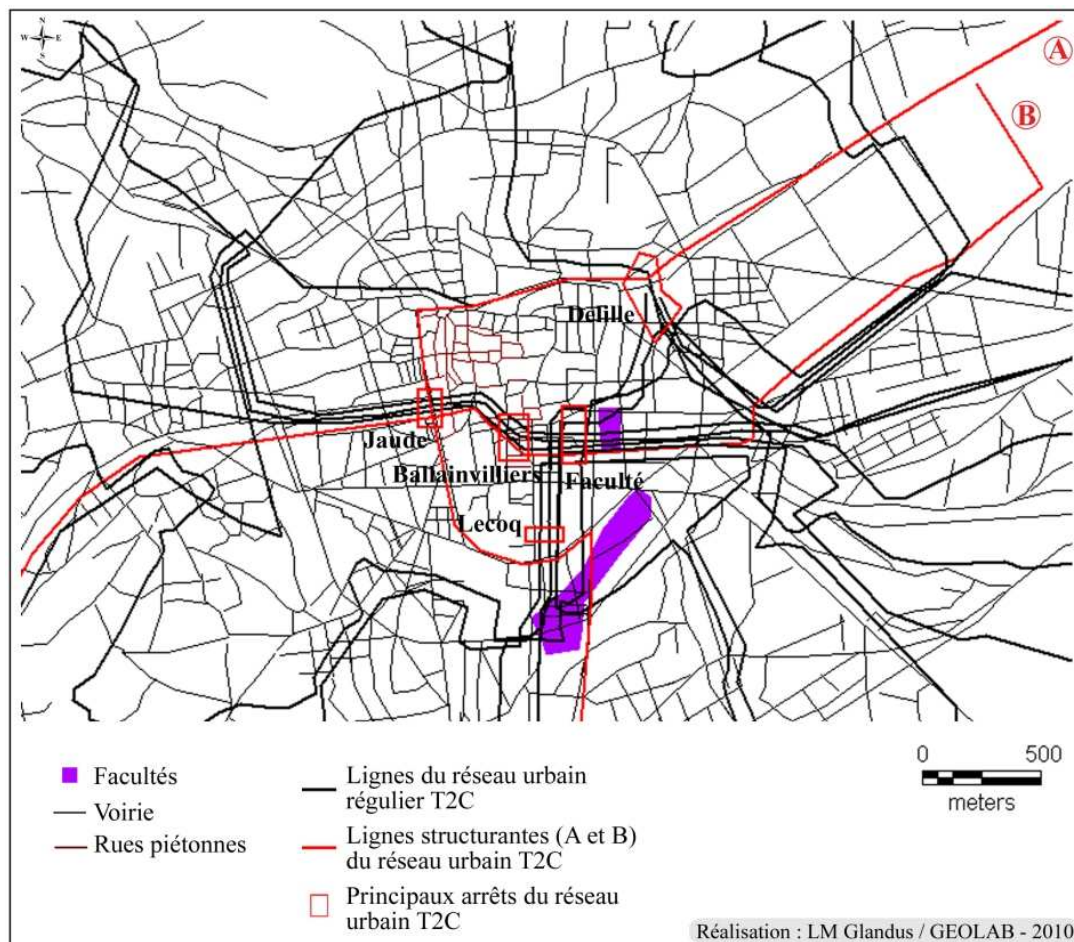


Figure 99 : Desserte du centre-ville de Clermont-Ferrand par le réseau urbain
(Source : T2C, 2008-2009)

Le centre-ville est desservi par 14 lignes sur les 21 que compte le réseau : 7 lignes ignorent donc cet espace mais 5 permettent cependant une correspondance avec les lignes A et/ou B dont les fréquences sont les plus élevées. La desserte du centre-ville et de l'hypercentre commerçant et historique est donc bonne, faisant de cet espace la zone centrale du réseau. Malgré tout, l'arrêt Ballainvilliers reçoit les passages de 9 lignes de bus (dont la ligne B) et la place de Jaude qui, avant la mise en service du tramway, constituait la plateforme d'échanges des bus du réseau, est desservie par 5 lignes (dont les lignes A et B). Aucun arrêt ne constitue donc un passage incontournable du réseau, contrairement à ce qui apparaît à La Rochelle et à Limoges où la quasi-totalité des lignes converge vers la place de Verdun pour la première et la place Winston Churchill pour la seconde. De multiples lieux au sein du centre de Clermont-Ferrand sont donc desservis et ce vaste choix permet notamment de réduire les temps d'attente.

Le centre-ville de La Rochelle, sillonné par la totalité des lignes de semaine, s'organise autour de la place de Verdun (pôle d'échanges principal de la ville), qui constitue l'espace central du réseau de bus.

A Limoges, la quasi-totalité des lignes propose des arrêts en centre-ville, et plus particulièrement au sein de l'hypercentre dont la place Winston Churchill constitue un point d'échanges vers lequel converge la majorité des lignes : 5 lignes desservent ce point sur leur trajet et 8 lignes à destination de zones du péri centre, de la banlieue ou de communes

périphériques, en partent. De plus, la place est aussi un lieu de convergence pour 20 lignes du réseau départemental et la ligne 7 du réseau TER. Ainsi, se déplacer au sein même de l'hypercentre présente moins de difficultés qu'ailleurs, d'autant plus que les horaires proposés par le réseau de transports publics sont assez réguliers : l'attente entre deux passages n'excède jamais 20 min et s'établit le plus souvent aux alentours de 15 min. Toutefois, ces fréquences ne sont pas exemptes de reproches et nombreuses sont d'ailleurs les personnes à les remettre en question. Les horaires peuvent notamment présenter des insuffisances dans la complémentarité entre les lignes.

Si l'hypercentre de Limoges, du fait de sa grande attractivité en termes d'emplois, de loisirs ou d'achats, est globalement correctement desservi, les espaces du centre-ville plus éloignés du cœur le sont moins bien. Certains quartiers situés à l'est et au sud-est (avenues J. Gagnant et G. Dumas) présentent une densité importante de lignes. Mais la majorité de celles-ci desservent des zones excentrées de la commune : leurs fréquences de passage sont faibles et les points d'arrêts assez éloignés les uns des autres. De plus, les passages des véhicules du réseau se concentrent sur certains axes et "oublie" alors de nombreux quartiers. Beaucoup d'usagers potentiels des transports en commun se trouvent donc dans l'obligation de réaliser à pied une partie importante du parcours, ceci pouvant s'avérer être une contrainte de temps, voire une contrainte physique, pour une catégorie de personnes.

De plus, en lien avec la densification des réseaux en centre-ville, et contrairement aux pôles d'attraction localisés en périphérie, les principaux sites inclus au sein ou à proximité immédiate des espaces centraux, jouissent de meilleures liaisons en transports collectifs. C'est particulièrement le cas des facultés et des centres hospitaliers, qui nécessitent des liaisons régulières du fait de leur fort pouvoir d'attraction en termes de visites et d'emplois.

Les informations relatives aux horaires des dessertes opérées par les réseaux urbains des trois agglomérations sont présentées en annexe 5.

A La Rochelle, la création relativement récente de l'université, en 1993, lui confère des avantages sur celle de Limoges ou Clermont-Ferrand en termes de localisation. Elle a en effet bénéficié du mouvement de requalification des espaces centraux, postérieur à une période de développement axé sur la périphérie des villes. Sa situation, au cœur du quartier des Minimes, en pleine croissance et aux activités très diversifiées, et à proximité du centre-ville, constitue un atout non négligeable : cette position, associée au regroupement de ses unités, lui permet d'accéder à une bonne desserte en transports en commun (figure 100).

De même, la proximité de l'hôpital Saint-Louis avec l'hypercentre de La Rochelle lui permet d'accéder à une grande desserte.

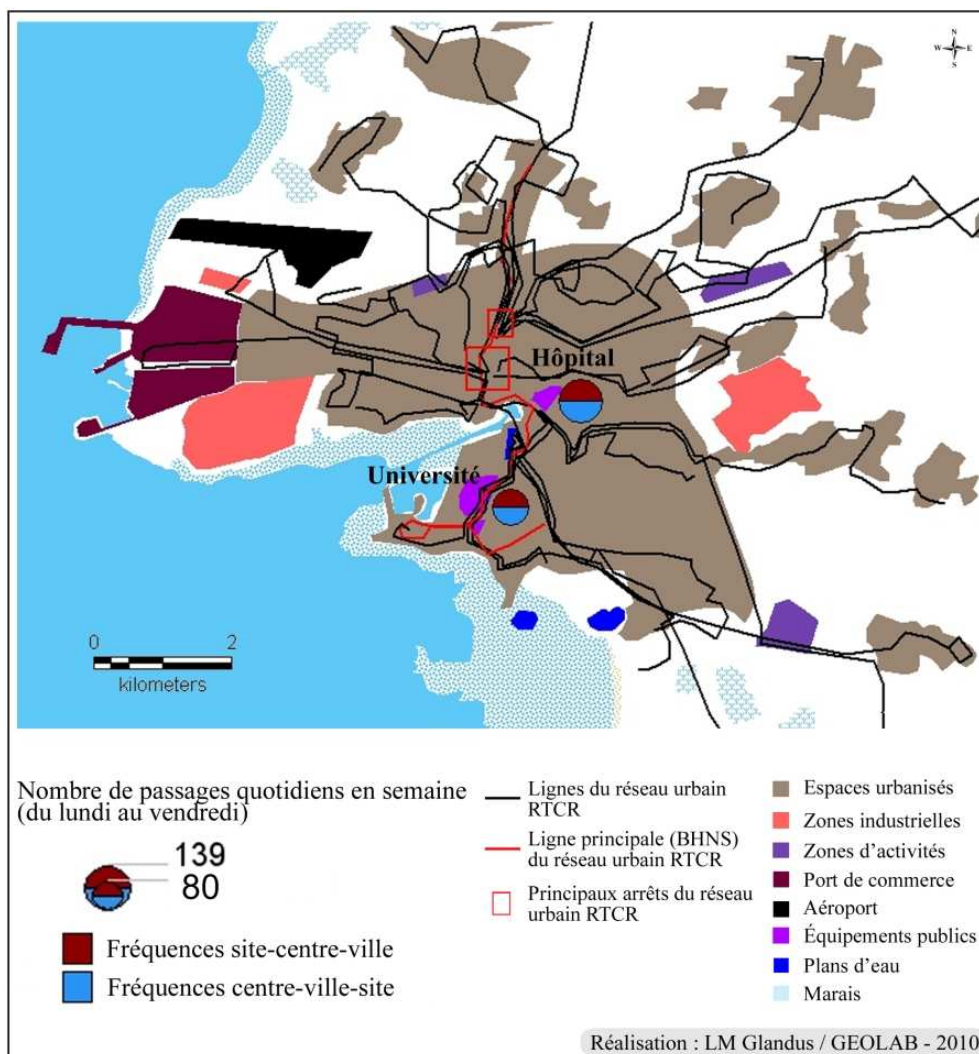


Figure 100 : Desserte des pôles d'attraction proches du centre-ville de La Rochelle par le réseau urbain
(Source : Horaires RTCR Hiver 2009)

Contrairement à La Rochelle, les universités de Clermont-Ferrand et de Limoges connaissent une histoire plus ancienne. Créées dans les années 1960-1970, elles se trouvent intégrées à la tendance d'extension urbaine qui caractérise cette époque. Leurs divers sites sont donc implantés au sein de campus assez excentrés. Il en est de même pour les centres hospitaliers, situés en zone péri centrale.

La totalité des sites universitaires de Clermont-Ferrand (Carnot, Gergovia, les Cézeaux) et le CHU Gabriel Montpied, sont desservis par plusieurs lignes du réseau urbain, dont notamment les lignes A ou B, bénéficiant ainsi des fréquences de passage les plus importantes (figure 101). Les possibilités de trajets sont donc nombreuses et rendent l'usage des transports collectifs beaucoup plus aisé. Cependant, la localisation plus ou moins excentrée des facultés induit des écarts dans les dessertes : si les sites de Carnot et de Gergovia ont conservé une situation centrale, plutôt avantageuse, la création du campus des Cézeaux, dans les années 1960, lui vaut un certain éloignement du centre-ville.

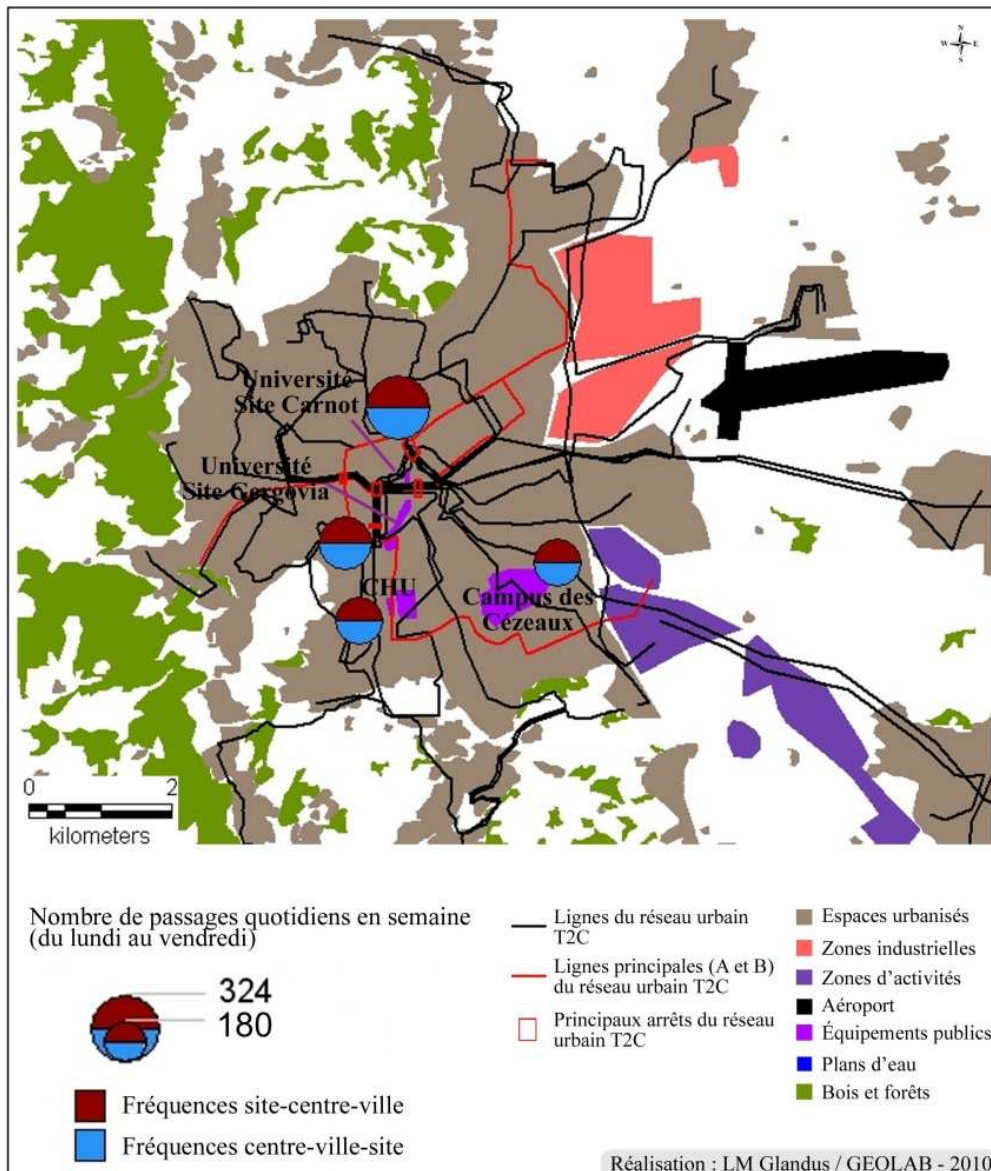


Figure 101 : Desserte des pôles d'attraction proches du centre-ville de Clermont-Ferrand par le réseau urbain

(Source : Horaires T2C 2008-2009)

Les sites les plus proches du centre-ville bénéficient d'une desserte très dense (six lignes desservant le site Carnot). Le réseau urbain devient plus lâche en s'éloignant de l'espace central, tout en proposant, malgré tout, des fréquences de passage assez élevées sur le campus des Cézeaux et le CHU Gabriel Montpied. A Clermont-Ferrand, la ligne de tramway permet d'inclure les espaces péri centraux au réseau de transports urbains, limitant ainsi les inconvénients liés à leur localisation.

Par opposition, les sites légèrement excentrés de Limoges sont largement désavantagés. Si toutes les facultés sont desservies par au moins deux lignes de bus, les fréquences de passage restent très inférieures à celles proposées à Clermont-Ferrand. La faculté de droit et sciences économiques a, elle, tiré parti de la construction de nouveaux locaux, à la fin des années 1990, pour se rapprocher du centre-ville. Cette nouvelle localisation est donc avantageuse du point de vue de la desserte en transports urbains (sept

lignes y effectuent des arrêts). Cependant, le relatif éloignement des campus de Vanteaux et de la Borie, héritage du mouvement de péri urbanisation, représente un handicap (figure 102).

Les facultés de médecine et de pharmacie, localisées au voisinage du CHRU, profitent quant à elles de l'importance de cet ensemble. En effet, le CHRU bénéficie du passage de trois lignes, parmi lesquelles la ligne 10, dont les fréquences sont les plus élevées du réseau.

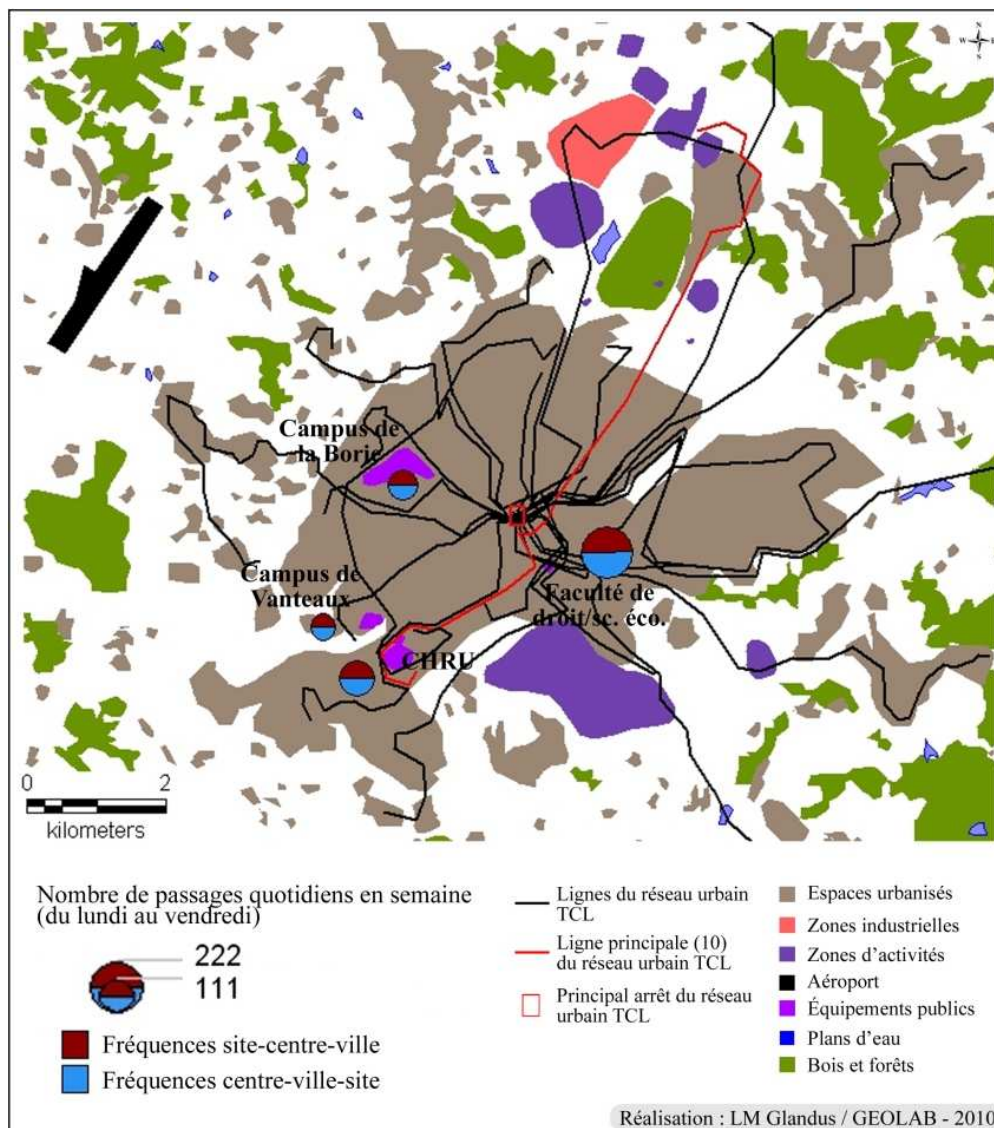


Figure 102 : Desserte des pôles d'attraction proches du centre-ville de Limoges par le réseau urbain
(Source : Horaires TCL 2008-2009)

La desserte en transports en commun apparaît donc variable d'une zone à une autre, les horaires de passage se densifiant à l'approche des centres-villes. Cette réalité montre que ceux-ci conservent encore leur attractivité et polarisent toujours les espaces alentours, préservant leur statut "central" face à la concurrence des "centralités périphériques". A l'image de ce qui a pu être dégagé en région Ile de France (Dorier-Apprill, 2006) – mais dans une moindre mesure – il semblerait que la proportion d'emplois accessibles décroisse avec l'éloignement du centre. La desserte s'avère même irrégulière au sein des espaces centraux, notamment à Limoges, et une atténuation des différences d'une zone à l'autre paraît nécessaire.

2.5.4.3. Des offres très concentrées sur la semaine et les horaires de journée

Les réseaux de semaine (du lundi au vendredi) et du samedi sont, de façon logique, les plus diversifiés, tant sur le plan des dessertes que des fréquences de passage. Cependant, les réseaux de soirée et des dimanches/jours fériés s'avèrent bien souvent insuffisants. De plus, l'accroissement de l'offre en centre-ville est également présent dans ce type de réseaux, mais ceux-ci se concentrent sur seulement quelques lignes, ignorant certains espaces périphériques, et proposent des fréquences supérieures pour les pôles majeurs de la ville.

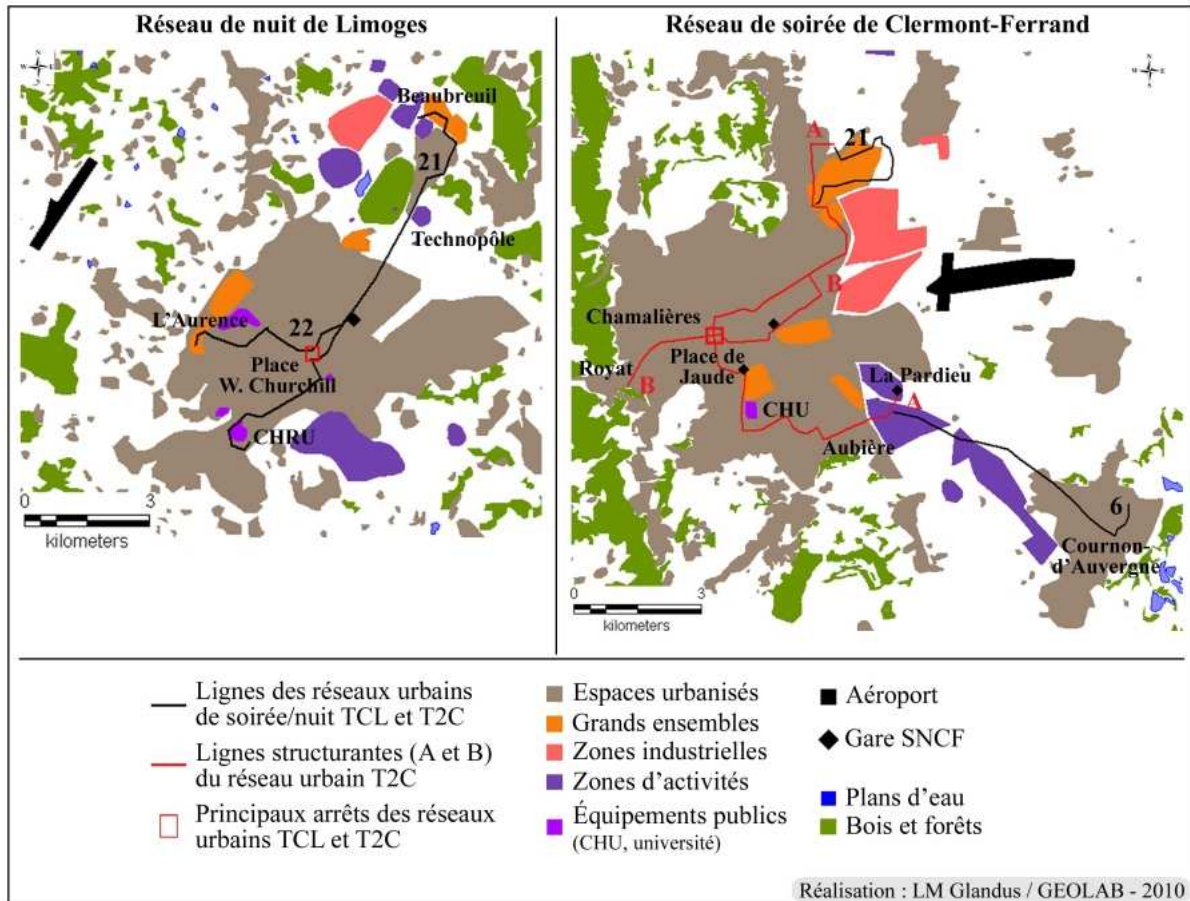


Figure 103 : Réseaux urbains de soirée
(Sources : TCL, 2008-2009 ; T2C, 2008-2009)

En l'absence de structure spécifique, l'offre de soirée au sein de l'agglomération de La Rochelle est inexistante ; cette situation contraste avec l'offre générale, plutôt riche pour une agglomération de la taille de La Rochelle. La plupart des bus ne circule pourtant plus au-delà de 20h, voire de 20h30 (lignes 1, 2 et 9). Les lignes de périphérie arrêtent même leur service aux environs de 19h.

Ces faiblesses en termes d'horaires se retrouvent également à Limoges, où les horaires de soirée restent très peu nombreux, aucun bus ou trolleybus ne circulant au-delà de 21h00. Seules deux lignes de nuit, fonctionnant du lundi au dimanche, peuvent permettre des déplacements entre 21h00 et minuit environ, voire dans certains cas entre environ 5h00 et 6h30. Mais ces dessertes ne concernent qu'une faible partie du territoire urbain (figure 103) : la ZAC de Beaubreuil et le centre commercial, le technopôle, la ZUP de l'Aurence, le CHRU,

la gare des Bénédictins et le centre-ville sont principalement concernés. Les sorties ou le travail en soirée peuvent donc être compromis pour un certain nombre de personnes ne souhaitant, ou ne pouvant, avoir recours à l'usage de la voiture. Certaines expériences d'horaires plus tardifs ont été menées mais ont posé des problèmes de sécurité. Il est toutefois possible de s'interroger sur la validité de cet argument, alors que les villes moyennes considérées ici ne sont pas exposées à une forte délinquance.

Pour faire face à ce type de problèmes posés par les horaires tardifs, le réseau urbain de Clermont-Ferrand fait intervenir des agents dans les véhicules traversant des quartiers jugés sensibles. Le réseau de soirée clermontois reste plus important que celui proposé à Limoges, même s'il a été allégé en septembre 2008 pour des raisons de manque de rentabilité. Ce critère est par ailleurs discutable, les réseaux de transports publics devant, *a priori*, privilégier l'intérêt des habitants plutôt que l'intérêt pécuniaire. Mais devant une modernisation des véhicules – comme l'achat de rames de tramway – et une progression nécessaire face à la péri urbanisation, les gains financiers deviennent indispensables et orientent l'organisation des réseaux, au détriment de l'uniformité de l'offre. Deux lignes ont donc été supprimées et le parcours de ligne 21 a été réduit dans le but de permettre essentiellement un rabattement sur le tramway. Cependant, ces restrictions se concentrent de nouveau sur les espaces périphériques : des communes autrefois desservies (Beaumont, Gerzat, Cébazat ou Aulnat) ne le sont plus et ne subsistent ainsi que deux principales lignes du lundi au dimanche : les lignes A et B (figure 103). La logique choisie de rabattement sur la ligne de tramway est mal perçue par certains usagers (<http://transclermont.itrams.net/>) qui redoutent que la faiblesse des fréquences en soirée rende plus difficiles les correspondances : la crainte de manquer sa correspondance risque alors de conduire l'utilisateur à se tourner vers la voiture. La ligne 21 ne propose en effet que deux passages entre 22h17 et 23h43. Les lignes A et B couvrent donc la plage horaire la plus vaste en circulant dès 5h et au-delà de 23h, voire minuit pour le tramway. La fréquence commence à s'y réduire à partir de 19h environ et les passages se font encore plus rares dès 20h30 ou 21h00 : les temps d'attente sont de 30 min entre deux rames de tramway ou de bus. Ensuite, la majorité des autres lignes circule au-delà de 20h mais avec, assez souvent, des restrictions d'arrêts. L'offre de soirée s'organise en fait selon l'attractivité des lignes : les trois lignes fortes du réseau (3, 4 et 6) proposent des passages au-delà jusqu'à 21h30 du lundi au samedi, voire au-delà de 23h les dimanches et jours fériés. Enfin, les autres lignes permettent des déplacements jusqu'aux environs de 20h30 ou 21h du lundi au samedi. Trois lignes desservant des zones périphériques arrêtent cependant leur service à 18h ou 18h30. Comme à Limoges, les dessertes de soirée ne couvrent qu'une faible partie de l'espace en ne se concentrant que sur les deux axes forts du réseau. Le centre-ville, la zone industrielle de La Pardieu, la gare SNCF et le CHU sont les principaux pôles desservis. Quant aux communes périphériques, seules celles d'Aubière, Chamalières, Royat et Cournon-d'Auvergne bénéficient de passages.

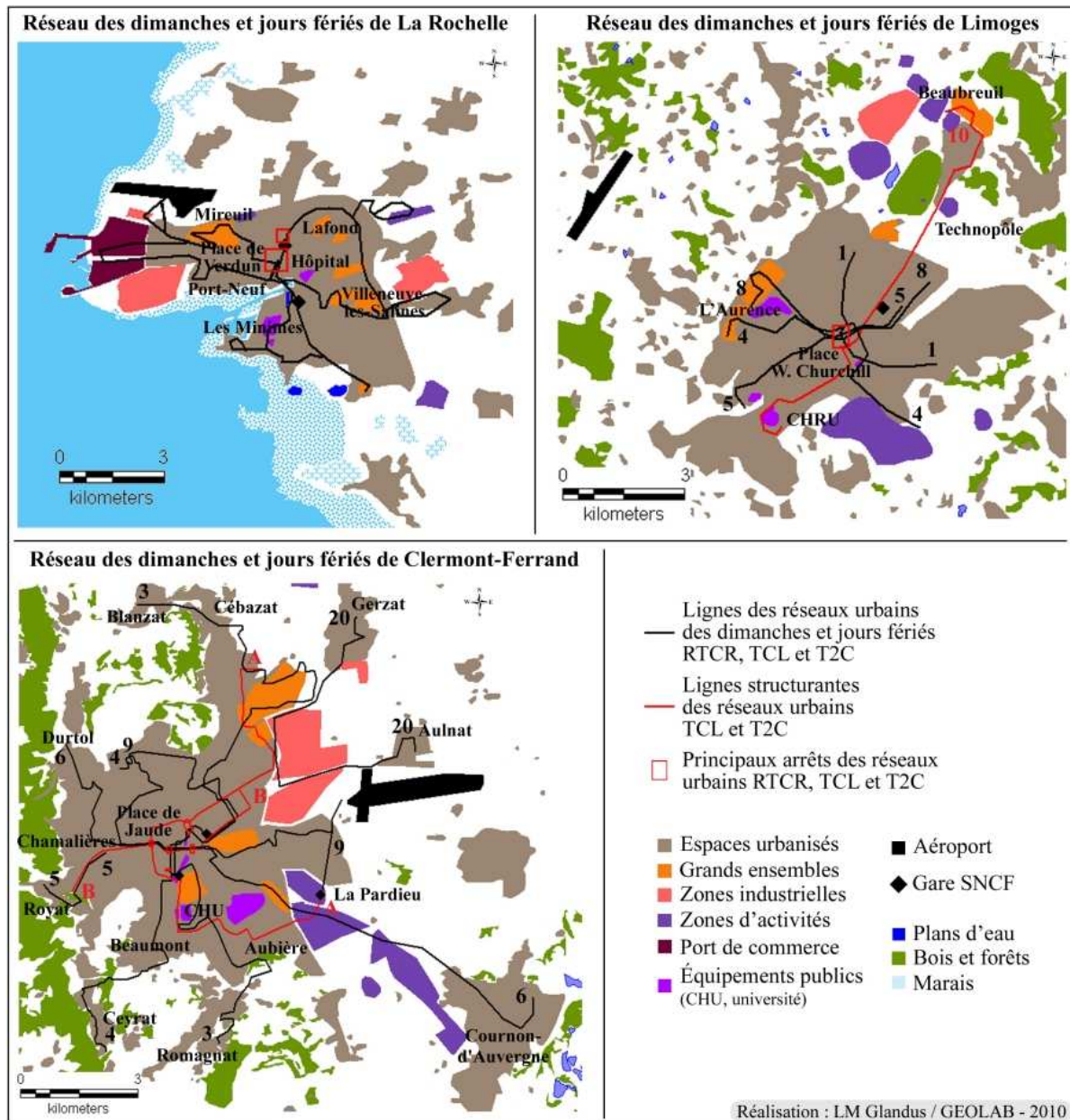


Figure 104 : Réseaux urbains des dimanches et jours fériés
(Sources : RTCR, Hiver 2009 ; TCL, 2008-2009 ; T2C, 2008-2009)

Les réseaux des dimanches et jours fériés privilégient également les centres-villes, les principaux sites et quartiers d'habitation, sociale essentiellement (figure 104).

À La Rochelle, le réseau propose trois lignes qui se concentrent sur le centre-ville et le péri centre, proposant des arrêts aux principaux quartiers de la ville : Mireuil, La Pallice et Port-Neuf à l'ouest ; Les Minimes au sud ; Lafond au nord et Villeneuve-les-Salines à l'est ; ainsi qu'à l'hôpital, la gare centrale et l'aéroport. Globalement, les fréquences sont d'environ un passage par heure sur les trois lignes et tout au long de la journée, soit un écart beaucoup plus grand qu'en semaine.

Une offre légèrement supérieure existe à Limoges où les cinq lignes du réseau excluent malgré tout certaines zones du péri centre et ne tiennent compte ni de la banlieue, ni des communes de périphérie. S'il couvre tout de même un espace plus vaste que celui du

réseau de nuit, beaucoup de quartiers sont oubliés. Les fréquences varient en moyenne entre un passage toutes les 30 min à 1h, voire seulement 20 min pour la ligne 10 et 15 min l'après-midi pour la ligne 8, deux lignes desservant les principaux sites déjà cités comme les mieux dotés : la ZAC de Beaubreuil, le technopôle, la ZUP de l'Aurence, le CHRU et le centre-ville.

Enfin, le réseau de Clermont-Ferrand reste le plus étendu, avec huit lignes disponibles, parmi lesquelles on retrouve de nouveau les lignes fortes (A, B, 3, 4 et 6). Le centre-ville et le péri centre sont assez bien couverts, de même que les gares centrale (lignes B, 3 et 4) et de La Pardieu (lignes A et 9). Ce réseau est également celui qui s'attache le plus à la desserte des communes périphériques. Les lignes A et B bénéficient des fréquences les plus importantes avec des passages toutes les 30 min, voire 20 min entre 12h et 18h30 environ. Les autres lignes présentent des attentes moyennes entre deux passages de 50 min à 1h le plus souvent, les lignes les plus importantes (3, 4 et 5) offrant des passages toutes les 30 min entre 13h et 20h sur les zones centrales. Dans ce cas, les espaces situés en centre-ville et les principaux pôles voisins sont mieux dotés que les communes périphériques.

Les fréquences de passage en soirée et les dimanches apparaissent donc limitées sur bon nombre de lignes, à l'exception des lignes fortes des réseaux, dont les arrêts se focalisent sur quelques pôles d'attraction principaux, et surtout, sur les espaces centraux. Dans ce contexte, les espaces périphériques sont fortement délaissés, cette situation reflétant celle relative aux dessertes des jours de semaine, mais dans des proportions accrues.

2.6. La vitesse de circulation comme argument face à l'usage de la voiture

Parmi les inconvénients attribués aux transports en commun, la lenteur et la perte de temps liées à leur utilisation sont souvent citées (Kaufmann et *al.*, 2001 ; Beirão, Sarsfield Cabral, 2007). Si des améliorations sont nécessaires quant à la desserte et surtout les fréquences, des progrès relatifs à la vitesse de circulation des bus paraissent vraiment indispensables. Dans cet objectif, les longueurs des couloirs réservés aux transports collectifs doivent être augmentées, afin d'offrir une plus grande facilité de déplacement et, de ce fait, un gain de temps de trajet.

Des couloirs de bus ont été progressivement aménagés, cette initiative ayant débuté à Clermont-Ferrand dès les années 1980. Il existe désormais 17,5 km de ligne en site propre ou voies réservées. Cependant, ce total englobe très largement la ligne de tramway dont toute la longueur (14 km) est en site propre. Les 3,5 km restants correspondent donc à des lignes de bus et sont en quasi-totalité situés dans le centre-ville de Clermont-Ferrand, sur les principaux boulevards particulièrement fréquentés. Si ce réseau de Transports en Commun en Site Propre (TCSP) est relativement court, il est également assez discontinu, les portions n'excédant jamais 1 km de longueur. Certains usagers (<http://transclermont.itrams.net/>) considèrent que le nombre de sites propres est insuffisant et que certains d'entre eux ne sont pas suffisamment explicites : de simples bandes de peinture ne contraignent pas totalement la circulation automobile. Certains automobilistes, notamment aux abords des établissements scolaires, s'y arrêtent pour déposer leurs passagers et perturbent ainsi la circulation des bus.

La mise en place de ce type d'aménagement a été plus récente à La Rochelle et Limoges, où les voies réservées se répartissent entre des sites dédiés, pour lesquels la voie est nettement séparée du reste de la circulation, et des couloirs seulement délimités par des bandes blanches au sol (figure 105).

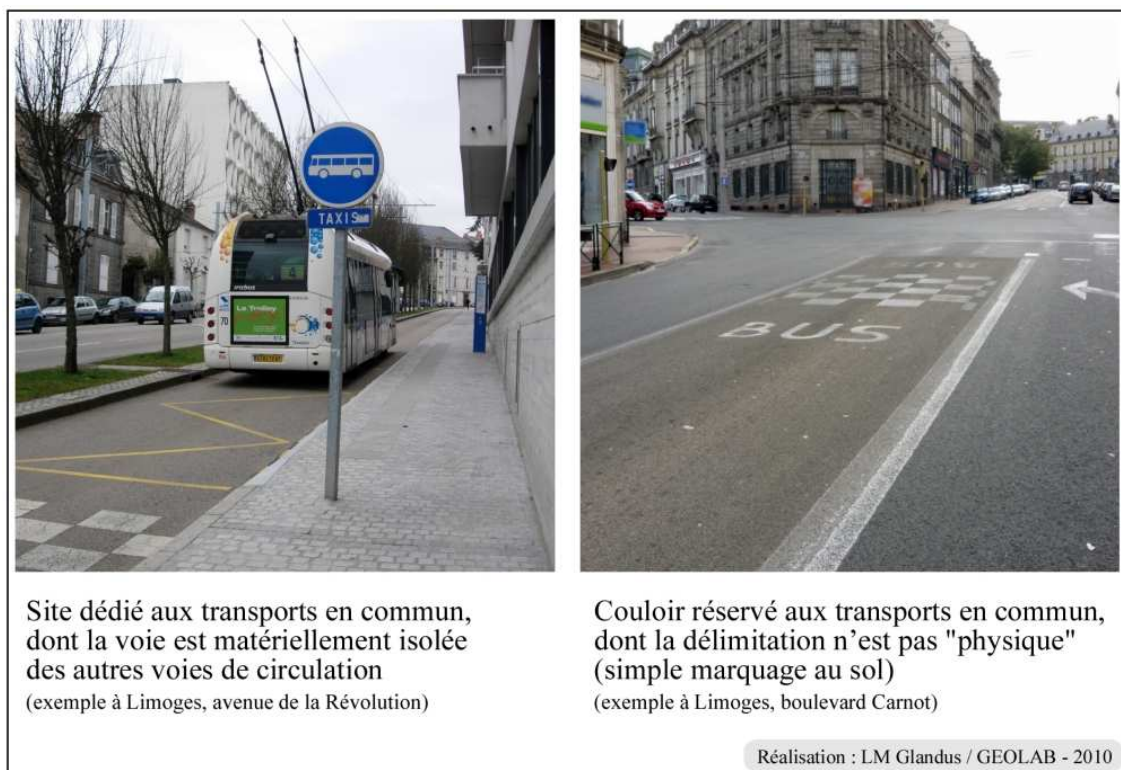


Figure 105 : Deux possibilités d'aménagement de voies réservées aux transports en commun (Photos : LM Glandus)

A la voie BHNS (Bus à Haut Niveau de Service) de La Rochelle, circulant en site propre sur une longueur d'environ 7 km, se sont ajoutés des couloirs réservés aux bus, aménagés à divers endroits sur des distances assez restreintes. À Limoges, ce sont environ 10 km de voies réservées qui sont comptabilisés.

Cependant, ces voies, et plus particulièrement les sites dédiés, semblent insuffisamment développées et surtout ne le sont pas selon un schéma continu : elles se concentrent quasi-exclusivement sur les communes centres et y sont relativement dispersées.

Leur généralisation paraît pourtant nécessaire au regard des résultats de l'Enquête Ménages Déplacements (EMD) de Limoges³⁷, ceux-ci montrant une vitesse moyenne de circulation des transports en commun bien inférieure à celle de la voiture. En effet, cette dernière apparaît comme le mode le plus rapide (20 km/h de vitesse moyenne), suivi de près par les deux-roues motorisés (19 km/h). Les autres modes présentent quant à eux des vitesses bien inférieures. Si cela semble normal pour les modes doux, il est surprenant de constater que la vitesse de déplacement des transports en commun urbains est égale à celle des vélos : 9 km/h. Une telle différence de vitesse entre ce mode et la voiture contribue à rendre l'usage de cette dernière plus attrayant, venant appuyer les avantages déjà évoqués : rapidité, flexibilité, confort, ... (Kaufmann et al., 2001 ; Beirão, Sarsfield Cabral, 2007).

Ce type d'aménagement apporte des améliorations non négligeables du point de vue du temps des trajets. D'une part, à Clermont-Ferrand, l'un des principaux atouts du tramway pour les usagers est sa vitesse de circulation (22 km/h), grâce à un site propre intégral et à la

³⁷ L'EMD de Limoges a été réalisée en 2005-2006 par la communauté d'agglomération Limoges Métropole, sur un total de 22 communes représentant 206 000 habitants répartis en 96 500 ménages.

priorité aux feux ; ces avantages étant garants non seulement de sa rapidité, mais aussi de sa ponctualité et de sa régularité. D'autre part, pour la communauté d'agglomération de Limoges, la mise en place de sites propres s'avère concluante : l'aménagement de l'avenue de la Révolution aurait permis une réduction du temps de parcours moyen de 3 min et 10 sec (entre le terminus Pompidou et le terminus Montjovis) et une augmentation de la vitesse moyenne de 16 à 21 km/h (entre le terminus Pompidou et l'arrêt Mairie). Il en est de même à La Rochelle, où la voie de la rue Léonce Vieljeux a par exemple permis un gain de temps de trajet compris entre 2 et 8 min.

De plus, la réduction de la voirie réservée aux voitures rend plus compliqués les déplacements automobiles, ceci pouvant dissuader les habitants d'utiliser leur véhicule particulier au profit des transports en commun – à condition que cela s'accompagne d'une nette amélioration des transports publics (notamment en termes de fréquence). De ce fait, si les résultats correspondent au but poursuivi – une diminution du trafic automobile – les voies en site propre ne peuvent qu'apporter des effets bénéfiques sur la qualité de l'air aux abords de ces axes. Toutefois, la situation peut également entraîner des effets pervers : dans un contexte de maintien du trafic actuel, la réduction de voirie risque de générer de plus forts encombrements et, ainsi, une hausse de la pollution.

Pour que les transports publics deviennent plus attractifs et concurrentiels, de multiples améliorations doivent donc être apportées, entre autres sur la vitesse de circulation, le gain de temps étant un argument de promotion non négligeable. Toutefois, ces aménagements étant contraignants pour la circulation automobile, l'offre du réseau public doit nécessairement progresser (en termes de desserte et de fréquence essentiellement), afin d'être en mesure de proposer aux usagers de la voiture une solution alternative de qualité.

2.7. Le coût et le confort : des critères qualitatifs à prendre en compte

La promotion des transports collectifs ne peut s'affranchir de la réalisation d'améliorations variées, de l'extension temporelle des lignes, comme de l'extension spatiale, au gain de confort des véhicules et de l'organisation du réseau tout entier. Quant au critère qualitatif que constitue le coût des transports, son évolution apparaît plus difficile, tant les enjeux économiques sont nombreux. Une partie non négligeable des attentes des usagers les plus réguliers des transports urbains repose pourtant sur ce point. En effet, l'enquête menée à Limoges met en évidence que 21% des améliorations sont attendues dans le domaine du coût, contre 6% dans le domaine du confort.

Les réponses à l'enquête semblent mettre en avant un certain détachement des habitants des zones plus excentrées (Landouge et le Mas Blanc) vis à vis des transports en commun. Les usagers étant rares, 11% seulement des reproches des personnes enquêtées sont adressés au coût, alors que ce chiffre atteint respectivement 22 et 31% pour les habitants du centre et du péri centre. De façon assez cohérente, les personnes les plus habituées des bus ou trolleybus sont beaucoup plus sensibles à ce type de critère. Les critiques relatives aux tarifs pratiqués sont aussi moins nombreuses au sein des communes périphériques, témoignant de nouveau que l'attachement à ce critère croît avec l'intensité de l'utilisation. Enfin, les habitants de la zone industrielle Nord et de la ZAC de Beaubreuil, dont une grande part (33%) utilise les véhicules de la TCL pour se rendre au centre-ville, sont assez critiques sur le coût des trajets. En effet, 26% des attentes se concentrent sur ce point.

Une tarification unique existe pour les transports en commun sur l'ensemble de l'espace des communautés d'agglomération. Le coût d'un voyage s'élève à 1,30 euro à La Rochelle (ticket valable 60 min avec correspondances possibles), contre 1,40 euro à Clermont-Ferrand (ticket valable 70 min avec correspondances possibles) et 1,20 euro à Limoges (ticket valable 60 min avec correspondances possibles)³⁸. Mais en termes de coût des transports en commun pour les usagers, la gratuité est un sujet parfois abordé. Plusieurs villes de Belgique ont par exemple expérimenté une politique d'offre des transports publics gratuits (De Witte et *al.*, 2008). Cela signifie que le coût du transport n'est pas supporté par l'utilisateur ou le prestataire mais en partie, ou totalement, par les collectivités locales ou d'autres institutions publiques comme privées. En général, ce système existe pour certains groupes de population tels que les seniors ou les étudiants, mais la nouveauté consiste ici à l'étendre aux migrants pendulaires. Depuis 2005, les entreprises ont la possibilité de permettre à leurs employés de se déplacer gratuitement : le gouvernement et l'entreprise se partagent le coût à hauteurs respectives de 20 et 80%. En outre, depuis 2007, tous les fonctionnaires ont eux aussi accès gratuitement aux transports publics. Ces mesures ont bien sûr été instaurées dans le but de convaincre le plus de salariés possible d'abandonner leur voiture au profit des transports en commun.

Mais offrir l'accès gratuit aux transports publics peut-il rendre ceux-ci plus attractifs ? Si Crawford (2000) préconise des transports en commun gratuits (car le paiement et le contrôle des titres de transport est difficile, long, ...), il semble que cette vision soit très utopiste. En effet, des points de vue recueillis auprès des navetteurs de la région de Bruxelles (De Witte et *al.*, 2008) montrent que la gratuité ne constitue pas un gage de fréquentation : seulement 9% des personnes interrogées se disent prêtes à utiliser les transports en commun s'ils sont gratuits, 39% l'envisagent éventuellement et 52% sont certaines de ne pas le faire. Les orientations des politiques de tarification doivent donc faire face à des visions assez contrastées. Si, d'une part, certains usagers souhaiteraient une diminution des tarifs, les personnes non utilisatrices des transports collectifs ne paraissent pas sensibles aux coûts, préférant quoiqu'il en soit payer pour utiliser leur véhicule particulier que se déplacer gratuitement en transports urbains. De surcroît, les jugements des habitants quant au coût des déplacements restent subjectifs, dépendant du pouvoir d'achat de chaque famille et de la place qu'y occupent les mobilités quotidiennes.

Une baisse des tarifs, voire une gratuité des transports, ne paraissant pouvoir accroître seule l'utilisation des transports en commun, elle doit s'accompagner d'améliorations parallèles dans d'autres domaines : la desserte et la fréquence, ainsi que le confort. Afin d'être en mesure de faire face aux dépenses que nécessitent ces diverses évolutions, il semble alors préférable de ne pas se priver des recettes tarifaires. Le budget requis n'est pas toujours disponible, même à Clermont-Ferrand où l'accroissement de la fréquentation constatée depuis 2002, a permis une augmentation des recettes. Mais ceci ne suffit pas au financement du nouveau réseau, dont les frais de fonctionnement sont plus élevés qu'auparavant ; le SMTC a de plus dû faire face à un lourd investissement avec la mise en œuvre de la ligne de tramway. Se pose toujours le problème du manque de rentabilité financière de certains services conduisant généralement à la réduction de l'offre : cette orientation ne peut cependant pas encourager à la fréquentation et paraît contraire aux objectifs fixés par le PDU. En effet, la baisse de la fréquentation entraîne un moindre rendement financier qui nécessite une hausse des tarifs, une réduction des services ou une élévation des subventions. Les deux premières solutions sont néfastes pour les usagers qui ont alors tendance à se détourner de ce mode de déplacement, contribuant au renforcement de son déficit. Le montant du soutien financier provenant du Versement Transport n'est pas toujours suffisant et cette situation risque en

³⁸ Tarifs en vigueur au mois de septembre 2009.

outre d'être renforcée par le ralentissement économique actuel. Une hausse des subventions paraît donc nécessaire. D'une part, les communautés d'agglomération ont la possibilité de « majorer de 0,05% les taux maxima » mentionnés dans l'article 112 de la loi SRU (relatif au paiement du versement destiné au financement des transports en commun). D'autre part, les collectivités locales (conseils régional et départemental, ainsi que communauté d'agglomération) peuvent également accroître leur propre participation financière, ces entités assurant une large part du financement des transports urbains depuis le fort désengagement de l'État dans les années 1990 (Bernadet, 1998). Cette situation n'est d'ailleurs pas propre aux villes françaises : Pucher et Kurth (1996) ont montré dans leur étude de cinq associations régionales de transport en Allemagne, Autriche et Suisse, que des améliorations de service et de prix du billet destinées à accroître la fréquentation des transports publics, nécessitaient une hausse des subventions gouvernementales.

La totalité des financeurs (les employeurs, voyageurs, collectivités locales et l'État) est donc indispensable au bon fonctionnement des réseaux de transports en commun, dont les investissements doivent se concentrer sur tous les domaines considérés, dont celui relatif au confort des véhicules, comme des arrêts.

Au regard des résultats de l'enquête de Limoges, le confort est davantage critiqué par les usagers des communes de première couronne : à ce titre sont notamment citées les difficultés rencontrées pour monter à bord des bus, tout particulièrement pour les personnes âgées et les mères possédant une poussette. La durée moyenne des trajets, plus longue de la périphérie au centre, peut également permettre d'expliquer ce point de vue. Pour les habitants de la commune de Limoges, le confort est particulièrement pris en considération en centre-ville où 10% des personnes le trouvent insuffisant. Puis se pose partout le problème du confort des points d'arrêts.

D'une part, il paraît important que des abribus soient implantés en plus grande quantité sur la totalité des lignes, des communes de périphérie aux centres-villes de Limoges, La Rochelle et Clermont-Ferrand. Ceux-ci étant parfois absents, l'attente d'un véhicule dans des conditions d'intempéries ou de fort ensoleillement peut poser problème. De véritables abribus, dont le nombre semble insuffisant (50% environ des points d'arrêts, voire 25% à Limoges), conviennent mieux pour les attentes des usagers que les panneaux le plus souvent implantés. Ces derniers ne présentent aucun aménagement spécifique de confort, à la différence des abribus ayant le double avantage d'abriter et d'offrir quelques places assises (figure 106).



Figure 106 : Exemples d'arrêts ou stations au confort inégal

(Photos : LM Glandus)

A Clermont-Ferrand et La Rochelle, la ligne de tramway et la ligne de BHNS sont totalement dotées de stations abritées. Mais de façon générale, sur les trois réseaux, les abribus sont essentiellement situés en centre-ville, dans des espaces où le nombre de montées (synonymes d'attente) est le plus élevé. Plus particulièrement, l'installation des abribus au sein du réseau clermontois dépend de la fréquentation des bus : la ligne B, deuxième ligne forte du réseau, est ainsi quasi-entièrement équipée d'abribus. Ces choix discriminatoires reposent bien sûr sur des limites financières auxquelles les améliorations voulues sont toujours confrontées, mais la panacée serait bien sûr un équipement complet des réseaux, notamment dans les zones périphériques où les temps d'attente sont les plus élevés.

Il en est de même pour les arrêts de car du réseau départemental de la Haute-Vienne, qui doivent être améliorés : les arrêts correspondent soit à de simples panneaux, soit à des abribus, mais il n'existe aucun arrêt identifié dans certaines zones rurales. Le conseil général

envisage à ce titre d'équiper chaque bourg d'au moins un abribus. Cette donnée qualitative permettrait de renforcer le confort des voyages ainsi que l'accès aux transports en commun à une catégorie de personnes pour laquelle la position assise est indispensable.

D'autre part, les durées de trajets en transports collectifs (des communes de périphérie vers les communes centres et inversement) contribuent également à pouvoir expliquer les demandes des habitants de la périphérie relatives au confort des véhicules. En dehors d'une certaine part de subjectivité attribuable à ce type de jugement, le temps passé dans les transports en commun justifie ces points de vue. En outre, les bus mis à disposition pour la desserte de ces communes ne comportent parfois que très peu de places assises. Ainsi, des progrès peuvent aussi être réalisés dans l'aménagement des véhicules eux-mêmes, en prolongement des progrès réalisés quant à l'accessibilité des véhicules (grâce à des planchers bas et plats) et des arrêts (grâce à des trottoirs surélevés) aux Personnes à Mobilité Réduite (PMR).

À l'image des jugements portés sur le confort, les opinions relatives au coût contiennent une part certaine de subjectivité. Mais force est de constater que l'utilisation fréquente de ce mode de déplacement peut atteindre des sommes importantes pour une famille, bien que le coût d'utilisation d'une voiture ne soit pas non plus négligeable. Toutefois, une baisse des tarifs ne peut s'établir que dans l'assurance d'une augmentation de l'affluence. Dans ce but, les conditions requises pour un renforcement de l'attractivité des transports publics doivent être prises en considération de manière concrète, aussi bien dans les espaces péri centraux ou assez excentrés, qu'au cœur même des communes centres, et l'enjeu que constituent ces lourds investissements financiers doit être évalué avec une grande précision par les communautés d'agglomération.

Conclusion du chapitre 2

Si l'étalement urbain découlait à l'origine d'une forte croissance démographique, celle-ci ne suffit à le justifier désormais. Cet essor périphérique représente plutôt un nouveau mode de vie demandant un espace plus vaste. La possession d'une maison individuelle est devenue de plus en plus attractive, le prix du foncier dans la commune centre, notamment en centre-ville, a augmenté, et les infrastructures routières se sont modernisées. Après avoir investi l'espace de première couronne, les constructions se développent maintenant plus intensément au sein de la ceinture de deuxième couronne et même au-delà (Mission Interservices de l'Aménagement, 2007). Ce phénomène de péri urbanisation entraîne un accroissement des "migrations périphériques" entre la périphérie et la ville. Cette mobilité nouvelle, perçue au départ comme un avantage, se révèle aujourd'hui comme un problème auquel il est nécessaire de trouver des solutions. La volonté de densification de l'habitat dans les zones centrales et déjà urbanisées est une réponse essentielle et réalisable dans les années qui viennent. Un réseau de transport fondé sur l'automobile est en effet favorable à l'urbanisation diffuse, basée sur l'habitat individuel, alors qu'un réseau fondé sur les transports collectifs favorise une urbanisation linéaire, basée sur l'habitat collectif. En revanche, les constructions existantes ne peuvent être détruites et leurs résidents poursuivront ainsi leurs mobilités quotidiennes. La réponse réside donc ici dans une modification des modes de déplacements, via un report modal de la voiture vers les modes alternatifs, même si la multiplication des pôles au sein des agglomérations rend plus complexe l'approche des déplacements quotidiens et la gestion des réseaux de transports en commun. Le

développement des réseaux urbains de transport, qui constitue un objectif prioritaire, doit alors s'opérer intensément et de manière uniforme, aussi bien sur le territoire des communes centres que sur celui des communes périphériques. Les améliorations doivent être apportées en termes de desserte et de fréquence notamment, mais aussi en termes de confort et de vitesse de circulation. Tous ces éléments permettront de renforcer le potentiel d'attraction des transports collectifs face aux nombreux avantages que procure la voiture. Enfin, la constitution de réseaux performants dans l'ensemble de ces domaines doit aussi passer par des engagements multiples. Les AOTU couvrant les territoires des agglomérations (communauté d'agglomération, département et région) doivent donc désormais s'appliquer à travailler de concert, suivant l'exemple du partenariat initié à La Rochelle. Néanmoins, se pose toujours le problème relatif aux échelles d'instauration des PDU – les communautés d'agglomération – non représentatives des mobilités actuelles et pouvant, comme à Limoges, fortement manquer de cohérence.

Chapitre 3. Des aménagements urbains assez contrastés d'une agglomération à l'autre

Dans la poursuite d'un même but, la réduction de l'usage de la voiture, les domaines d'intervention sont nombreux et doivent tous être pris en considération. Si les transports en commun sont mis en évidence comme les principaux modes alternatifs disponibles, le développement de ces derniers ne peut être conduit sans agir également dans des domaines complémentaires. Les modes doux (déplacements piétonniers et vélo) peuvent tout d'abord constituer des solutions de déplacement écologiques, pratiqués seuls ou couplés à d'autres modes. L'association de plusieurs systèmes de déplacement sur un même trajet, à l'image du couplage voiture-bus ou encore train-vélo, constitue d'ailleurs une façon de délaissier en partie l'automobile pour les déplacements fréquents. Mais l'intermodalité nécessite également que le passage d'un mode à l'autre soit facilité par divers aménagements ou adaptations tarifaires. Enfin, les déplacements automobiles ne peuvent être séparés de la question du stationnement. Dans ce contexte, les questions environnementales se trouvent alors dépassées par des enjeux tout autres, relatifs notamment au développement économique et résidentiel des centres urbains. Se pose alors le difficile problème d'adéquation entre la préservation des espaces centraux face à la pollution issue du trafic automobile, la fréquentation des commerces et le développement démographique. Dans le contexte actuel mettant en avant la nécessité d'une ville compacte, privilégiant la proximité entre commerces, services et habitat, la place de la voiture en centre-ville suscite des points de vue divergents, alors que cet espace se révèle particulièrement vulnérable à la pollution de l'air. Toutefois, à l'image de ce qui a déjà été constaté, les engagements des agglomérations de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand restent très contrastés. La promotion des modes doux et de l'intermodalité est, certes, affichée comme une volonté, mais n'est pas traitée au même niveau d'intérêt. Cependant, on ne peut étudier les usages des habitants en termes de déplacements quotidiens sans tenir compte de la place qu'occupe le véhicule particulier dans la vie d'une large majorité de la population. Cette prise de conscience des mentalités actuelles permet donc de nuancer la portée des politiques urbaines, en considérant également que d'autres paramètres, tels que le prix du pétrole, sont susceptibles d'influer davantage qu'elles sur les comportements.

3.1. Des écarts marqués dans la promotion du vélo

Les modes de transport non-motorisés sont souvent considérés comme des éléments clés des systèmes de transport durable (Rietveld, Daniel, 2004). Leurs émissions polluantes, leurs nuisances sonores et les risques d'accidents qu'ils induisent pour les autres usagers sont faibles. Ainsi, une forte part de modes de transport non-motorisés contribuerait probablement à rendre l'environnement urbain plus attractif. L'un des principaux modes doux de déplacement qu'est la bicyclette devrait alors avoir plus d'importance dans les politiques de transport. Pourtant, les trois agglomérations n'investissent pas au même niveau pour promouvoir l'usage de ce mode. Cette promotion doit passer avant tout par le développement d'espaces et de voies réservés, répondant à deux critères fondamentaux pour ce type de déplacement : le confort et la sécurité. Plus encore, la mise à disposition de systèmes de location de vélos peut constituer un atout supplémentaire pour accroître le nombre d'utilisateurs. Les dispositifs de libre-service connaissent aujourd'hui une médiatisation assez

marquée, notamment depuis la mise en service du Vélib' à Paris, en 2007. Or, la capitale ne fait pas figure de précurseur. Une autre grande ville française, Lyon, avait inauguré son libre-service Vélo'v dès 2005, année au cours de laquelle l'agglomération de La Rochelle a, elle aussi, initié un système de location similaire.

3.1.1. Une pratique du vélo globalement assez faible

En dépit de ses qualités environnementales, la pratique du vélo en tant que mode de déplacement décline depuis plusieurs années dans la plupart des pays occidentaux, à l'exception de quelques-uns en Europe du Nord tels que les Pays-Bas, qui présentent les meilleurs résultats européens. Plus de 27% des déplacements urbains y sont réalisés à vélo et les villes moyennes présentent les chiffres les plus élevés, pouvant atteindre 35% (Martens, 2004). Cette situation est la conséquence de la mise en œuvre d'un réseau cyclable très développé. Les Hollandais ont investi dans des pistes et bandes cyclables bien avant que la crise pétrolière des années 1970 ne conduise à renforcer les réseaux et à accroître la prise de conscience des impacts négatifs de la voiture. Si le vélo est véritablement ancré dans la culture du pays, l'intérêt pour les modes de transport non-motorisés n'a cessé de croître. Un autre pays européen, l'Allemagne, présente également une pratique du vélo plus marquée que la France : la part de ce mode dans les déplacements urbains est passée de 8% en 1972 à 12% en 1995 (Martens, 2004). Cette évolution répond à la réalisation d'investissements systématiques à partir de la fin des années 1970. Désormais, la plupart des villes possède de bons réseaux cyclables. A l'opposé et à l'image de la France, le Royaume-Uni présente un faible usage de la bicyclette comparé à la moyenne européenne. Les infrastructures qui lui sont dédiées sont encore assez pauvres, en comparaison de celles développées aux Pays-Bas et en Allemagne.

Il existe donc de sérieuses différences d'usage des modes de transport entre pays. La culture de chaque pays joue tout d'abord un rôle (Rietveld, Daniel, 2004) : dans certains pays, la pratique du vélo est plutôt considérée comme un loisir alors que dans d'autres elle apparaît comme un mode de transport à part entière. Dans un sondage mené sur quatre agglomérations françaises (Ile de France, Lyon, Strasbourg et Aix-en-Provence) dans le but de connaître les représentations sociales des moyens de transport (Kaufmann et al., 2001), les personnes interrogées associent généralement la bicyclette aux termes "sportif", "agréable", "loisir", "bon pour la santé" et "écologique". On voit bien ici qu'en France, la pratique du vélo est le plus souvent considérée comme une activité de loisir, et non comme un moyen de se déplacer au quotidien.

Mais ces écarts dépendent aussi, et surtout, de facteurs influençant clairement le choix du vélo comme mode de déplacement :

- la sécurité liée au trafic, soit le risque d'accidents ou de blessures dues à l'interaction avec les modes motorisés. Le risque d'accident joue en effet un rôle capital dans le transport non-motorisé, les cyclistes étant relativement vulnérables contrairement aux automobilistes (Troped et al., 2003 ; Rietveld, Daniel, 2004) ;
- le confort, qui dépend de la qualité des infrastructures dédiées aux modes doux, la présence d'équipements tels que le stationnement sécurisé, les conditions météorologiques et topographiques (Troped et al., 2003 ; Rietveld, Daniel, 2004). Le niveau des infrastructures cyclables conditionne le temps du trajet, l'objectif étant de réduire l'attente des cyclistes aux croisements et le nombre des arrêts (ceci influençant aussi l'effort à produire, car accélérer est un effort supplémentaire). La présence de parcs de stationnement sécurisés pour les vélos permet, elle, de réduire le risque de vol

ou de vandalisme. L'objet du déplacement constitue enfin un facteur déterminant : la réalisation d'achats volumineux n'est pas compatible avec l'usage du vélo.

Les pratiques en termes de déplacements à vélo sont donc largement influencées par les initiatives des acteurs locaux, ces derniers ayant le pouvoir de mettre en œuvre des actions destinées à réorganiser la structure spatiale urbaine et à proposer des infrastructures adaptées aux besoins des cyclistes, aussi bien en termes de qualité que de capacité.

3.1.2. Des aménagements cyclables insuffisants et manquant de continuité

La pratique du vélo ne peut, dans la plupart des cas, constituer un moyen de déplacement à part entière pour de longs trajets. La place qu'il est prévu de lui accorder se concentre donc essentiellement au niveau des villes centres et, éventuellement, des noyaux urbains de périphérie.

Les réseaux cyclables peuvent être composés de pistes, de bandes, d'itinéraires conseillés et de trottoirs cyclables essentiellement³⁹.

- La piste cyclable correspond à une chaussée exclusivement réservée aux cyclistes. Elle peut être contiguë aux voies de trafic ou éloignée (notamment dans le cas de voies de circulation dont la vitesse est limitée au moins à 70 km/h) mais bénéficie toujours d'une séparation physique. La largeur préconisée est d'environ 2 m pour les pistes unidirectionnelles et de 3 m pour les pistes bidirectionnelles ;



Figure 107 : Exemples de pistes cyclables, éloignées ou non des voies de trafic
(Photos : LM Glandus)

- La bande cyclable est considérée comme un espace réservé. Elle est séparée de la chaussée par une simple ligne blanche continue et doit mesurer environ 1,50 m de large en milieu urbain. Dans le cas de bandes implantées le long de places de stationnement, il est recommandé d'établir un espace tampon, afin de préserver les

³⁹ Les informations relatives aux caractéristiques des aménagements cyclables sont issues des « Fiches Vélo » éditées par le Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques (CERTU) : <http://www.certu.fr> - 2009.

cyclistes des ouvertures de portières. Cependant, cet espace de protection reste souvent trop restreint pour véritablement pouvoir jouer le rôle qui lui est attribué ;

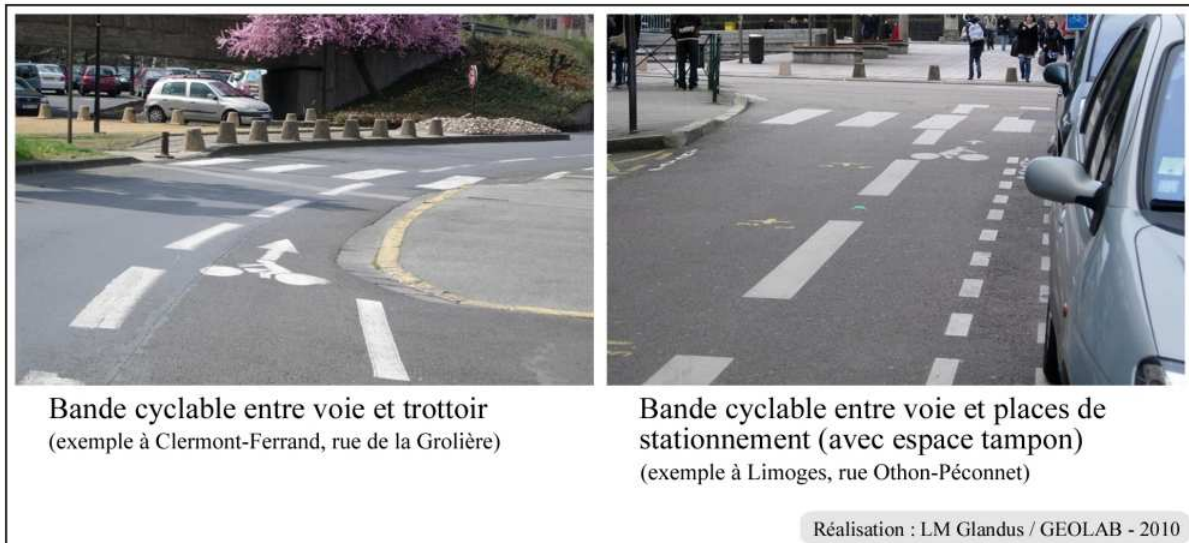


Figure 108 : Exemples de bandes cyclables, le long d'un trottoir ou de places de stationnement

(Photos : LM Glandus)

- Les itinéraires conseillés, ou jalonnements, les trottoirs et les voies bus ouvertes aux vélos sont quant à eux considérés comme des espaces partagés. L'itinéraire conseillé, ou le jalonnement, est représenté par des pictogrammes et une signalisation directionnelle spécifique. Rien n'empêche les voitures de rouler sur ce type d'espace cyclable, ceci n'étant guère adapté à la sécurité des cyclistes. Enfin, les trottoirs cyclables sont des trottoirs assez larges sur lesquels les cyclistes sont tolérés, et certaines voies bus peuvent également être utilisées conjointement par les véhicules de transports en commun et les cyclistes.

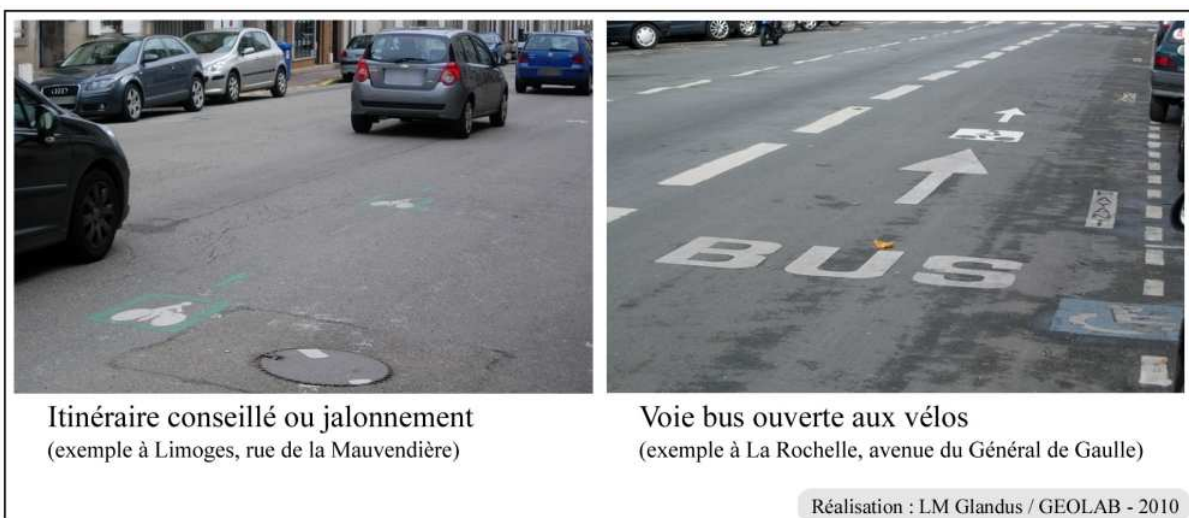


Figure 109 : Exemples de voies cyclables directement intégrées au trafic

(Photos : LM Glandus)

En termes de déplacements à vélo, le département de Charente-Maritime tout entier se caractérise par un réseau cyclable assez dense, qui s'organise autour de quatre structurantes. Avant la validation du PDU en 2000, l'agglomération de La Rochelle elle-même proposait déjà un réseau cyclable de 120 km de pistes et bandes, accompagné d'aires de stationnement pour les vélos, essentiellement situées aux abords des établissements scolaires, des facultés et des commerces. Désormais, le réseau s'étend sur plus de 160 km (liaisons, pistes et bandes cyclables), soit sur une distance trois fois plus grande que celle proposée sur chacune des agglomérations de Clermont-Ferrand et de Limoges (figure 110), qui couvrent pourtant des surfaces près de deux fois plus vastes que celle de la communauté d'agglomération de La Rochelle.

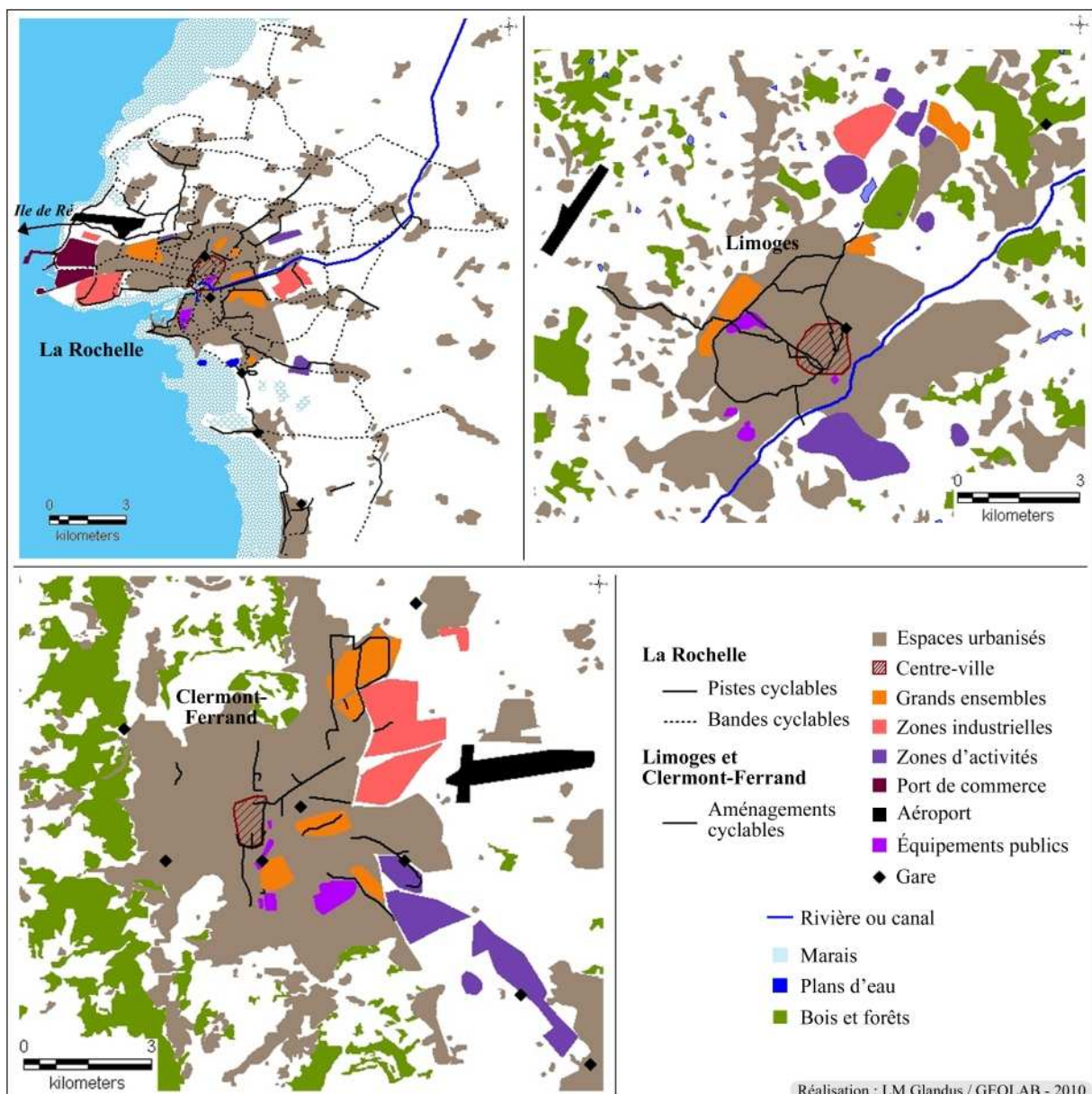


Figure 110 : Réseaux cyclables des communautés d'agglomération de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand

(Sources : Ville de La Rochelle, 2009 ; Ville de Limoges, 2007 ; Ville de Clermont-Ferrand, 2007)

Le réseau rochelais présente aussi la spécificité d'être implanté non seulement sur la commune centre, mais également sur des communes périphériques, ce qui n'est pas le cas à Limoges ou Clermont-Ferrand. Une aide financière est à ce titre accordée aux communes pour la réalisation de liaisons cyclables. Cette situation permet un maillage relativement continu, même si une partie des voies correspond à des itinéraires conseillés (ou jalonnements), beaucoup moins confortables en termes de sécurité notamment, car étant directement intégrés à la circulation routière. Il appartient alors au schéma directeur des liaisons cyclables mis en place, d'étendre les bandes et pistes entre les communes, de façon à aboutir à un réseau beaucoup plus sécurisé. En termes de confort, des aménagements dédiés aux cyclistes sont également proposés afin de renforcer l'attractivité de ce mode de déplacement : 3 200 places de stationnement existent grâce à des arceaux, installés essentiellement dans l'hypercentre de La Rochelle.

Par contraste, dans les axes déclinés au sein des PDU des agglomérations de Limoges et de Clermont-Ferrand, la promotion du vélo ne constitue pas une priorité absolue. Compte tenu de la topographie de ces villes et de leurs abords, l'utilisation de la bicyclette ne peut être raisonnablement encouragée que pour de petits déplacements. *A fortiori*, ce sont sur les trajets les plus courts que l'usage de l'automobile se révèle le plus polluant. Le recours au vélo semble donc concerner essentiellement le centre-ville, voire éventuellement le péri centre proche. Selon Wardman et al. (2007), la plupart des personnes devant effectuer un trajet domicile-travail supérieur à 12 km possède une voiture et l'utilise, laissant une faible place au vélo dans la part des déplacements totaux. Il apparaît donc que le vélo constitue un mode compétitif essentiellement pour de courtes distances de déplacement. Seuls les modes collectifs peuvent alors être utilisés sur de longues distances.

A Limoges, un schéma directeur des deux-roues a été mis en place. L'aménagement urbain tient désormais compte des préconisations du PDU. Lorsque des voies sont réhabilitées, les nouveaux aménagements cherchent à intégrer les modes de transport alternatifs, voire à les rendre prioritaires sur la voiture : ceci constitue réellement une nouveauté et annonce une nouvelle vision de l'urbanisme, où la voiture n'est plus considérée comme le mode roi. Mais il semble que cette volonté reste très modeste.

Le schéma directeur des deux roues prévoit notamment la mise en place de bandes et de pistes cyclables, ainsi que d'itinéraires conseillés. Il est vrai que jusqu'en 2006, le réseau était encore embryonnaire avec l'existence de seulement deux pistes à caractère de loisirs (situées dans les Parcs de l'Aurence). Les quelques bandes cyclables réalisées il y a quelques années n'ont été que très peu utilisées du fait de leur manque de sécurité.

Le premier itinéraire a été mis en place en 2006, dans le cadre du PDU, et en 2008, le réseau cyclable de l'agglomération s'étend sur 57 km seulement, intégrant les aménagements déjà existants. Le nouveau réseau se concentre exclusivement sur le territoire de la commune de Limoges (sur des boulevards extérieurs et sur des voies du centre ou du péri-centre) mais ne montre pas d'améliorations notables par rapport au premier réalisé.

Le réseau clermontois s'est lui aussi étendu depuis plusieurs années : de 16 km en 1998 (tous types d'aménagements confondus), il atteint 53 km en 2009, dont 23 km de pistes cyclables. A cela s'ajoutent 800 arceaux de stationnement répartis dans le centre-ville. La mise en service du tramway s'est également accompagnée de la création de 9 km de pistes cyclables le long de la ligne, dans le cadre du partage de la voirie. Cette amélioration répond à la volonté de prendre en compte la circulation des cyclistes dans tous les nouveaux aménagements réalisés.

Au sein de l'agglomération de Clermont-Ferrand, les actions prévues pour les années à venir consistent à favoriser les aménagements cyclables sur la base d'une organisation en étoile. Un boulevard de ceinture serait créé autour du centre-ville et des aménagements partiraient ensuite de cet axe pour relier les communes de la première couronne (Chamalières, Cébazat, Gerzat, Aulnat, Lempdes, Cournon-d'Auvergne, Aubière, Beaumont). Ceci permettrait de compléter le réseau existant et surtout d'amorcer une continuité cyclable, condition primordiale pour la promotion de l'usage du vélo. A l'intérieur de ce boulevard de ceinture, donc en centre-ville, le vélo occuperait une place prépondérante grâce à une moindre présence des voitures.

De plus, dans le but de favoriser le déplacement des cyclistes, il est envisagé de multiplier les voies limitées à 30 km/h. Dans ce cadre, un plan de circulation a été mis en place en 2004 à Clermont-Ferrand, incluant un "programme zones 30". La réduction de la vitesse de circulation des véhicules motorisés est en effet un avantage pour les cyclistes qui peuvent évoluer avec plus de sécurité au sein de ces zones dites apaisées. Cela peut ainsi compenser le manque de bandes cyclables. Les zones 30 présentent des avantages de sécurité et de confort aux cyclistes et permettent ainsi la cohabitation avec les modes motorisés au même titre que des aménagements spécifiques. Toutefois, il semblerait que les zones 30 ne soient vraiment efficaces et compréhensibles du point de vue des usagers que lorsqu'elles sont continues et en réseau. Il est même observé que « les petites sections aboutissant nulle part sont sous-utilisées par les cyclistes et mal respectées par les automobilistes » (Loiseau, Laferrère, 2003). A Clermont-Ferrand, la longueur de ces voies limitées à 30 km/h s'est accrue depuis 2004 (de 14 km en 2004 à 47 km en 2009), essentiellement dans les quartiers résidentiels. Le PDU de Limoges prévoit aussi de créer des zones 30 dans l'hypercentre et les centres des autres communes, ainsi qu'aux abords des écoles, afin d'améliorer les conditions de circulation des cyclistes, et de diminuer les risques d'accidents.

Toutefois, des imperfections existent et sont relevées par des usagers. A La Rochelle, celles-ci sont liées notamment à la présence de piétons, voire de voitures stationnées, sur les pistes, à des accidents de terrain, des éclairages et des marquages parfois insuffisants (<http://vivelevelo17.free.fr/> : association Vive Le Vélo, qui participe à des réunions de concertation avec la communauté d'agglomération). A Limoges et Clermont-Ferrand, si ces réseaux se sont, certes, améliorés, ils restent limités du fait d'un manque de continuité, pourtant primordiale pour la promotion de la pratique du vélo (Rietveld, Daniel, 2004 ; Sælensminde, 2004). Il sont ainsi peu fréquentés par les cyclistes. Les principales autres limites pointées du doigt sont également liées au conflit existant avec les automobilistes qui confondent parfois les aménagements cyclables avec des places de stationnement. De surcroît, les jalonnements, qui représentent l'essentiel des aménagements cyclables à Limoges, ne paraissent pas très adaptés à la pratique sécurisée du vélo, étant peu respectés par les automobilistes et, de ce fait, peu empruntés par les cyclistes. Enfin, le problème majeur est le risque qu'encourent les cyclistes sur les grandes voies (les grands boulevards d'accès au centre et de ceinture notamment) sur lesquelles la vitesse de circulation des voitures est élevée. Seul l'hypercentre, interdit aux voitures, est réellement propice à l'usage du vélo, présentant le confort et la sécurité requis.

Contrairement à ce qui pourrait être attendu, les aménagements souhaités par les usagers correspondent plutôt aux bandes cyclables avec séparateur (à l'image de ce qui existe avenue de la République à Clermont-Ferrand – figure 111), car l'expérience montre que les aménagements réalisés sur trottoir ne conviennent pas vraiment aux cyclistes, qui se trouvent assez souvent en conflit avec les piétons (figure 111). De plus, la sécurité des cyclistes serait favorisée sur les bandes, leur visibilité par les automobilistes y étant plus grande que sur les pistes : sur ces dernières, les cyclistes ne sont que peu, ou pas, visibles des voitures aux

abords des carrefours (Loiseau, Laferrère, 2003). Les bandes sur chaussée correspondent donc aux aménagements les plus appropriés au confort et à la sécurité des cyclistes en ville, hormis sur « les grands axes où le trafic automobile est très dense et rapide et où les pistes ont leur place » (Loiseau, Laferrère, 2003).



Figure 111 : Des aménagements cyclables plus ou moins adéquats
(Photos : LM Glandus)

Mais en dépit de toutes les améliorations réalisées et requises, l'usage de la bicyclette reste sujet à des contraintes particulières. On ne peut nier que la topographie locale a un impact direct sur la propension des personnes à faire du vélo. Un environnement accidenté décroît l'attractivité du cyclisme. Les migrants pendulaires n'aiment généralement pas se déplacer à bicyclette lorsqu'il y a des pentes raides pour plusieurs raisons : non seulement le trajet prend plus de temps mais cela nécessite aussi un effort physique plus important (pouvant générer fatigue et transpiration) que les personnes ne souhaitent pas fournir avant de se rendre au travail ou à l'école (Rodriguez, Joonwon, 2004). Du point de vue de certains usagers, faire du vélo à Limoges ou Clermont-Ferrand reste difficile, du fait de la topographie d'une part, et de pistes cyclables insuffisantes d'autre part. De même, les conditions météorologiques peuvent aussi avoir un impact non négligeable et influencer la part de ces déplacements. Le vent diminue le plaisir de pédaler et accroît surtout l'effort produit par le cycliste. Quant à la pluie, elle affecte également le plaisir et le confort, mais il est possible de s'en protéger grâce à des vêtements imperméables (Rietveld, Daniel, 2004). Il a été noté qu'à

Münich, en Allemagne (Martens, 2004), 34 à 50% des usagers ont moins souvent recours au vélo en cas de mauvais temps. Une différence de pratique apparaît également entre l'été et l'hiver, saison durant laquelle la pratique du vélo diminue.

S'il est vrai que la bicyclette tient une place importante au sein du réseau de transport des Pays-Bas, il faut reconnaître que ce pays bénéficie d'avantages propices : un relief très modéré (le point culminant se situant à 321 m d'altitude), une forte densité de population et des politiques volontaristes. Toutefois, Rietveld et Daniel (2004) ont montré qu'une forte corrélation existe entre l'usage du vélo et la topographie au sein de différentes villes hollandaises. L'étude montre qu'une ville vallonnée motive peu les usagers du vélo, avec une baisse de pratique de 74%. Parmi celles étudiées, la ville de Heerlen possède le taux de pratique du vélo le plus faible, en raison d'un environnement accidenté : pourtant, les reliefs hollandais sont loin d'être excessifs. Cet exemple renforce de ce fait l'importance que revêt la topographie dans la pratique de la bicyclette en tant que mode de transport régulier.

3.1.3. Des offres de location inégales, voire inexistantes

Si les aménagements cyclables constituent la base de tout encouragement à la pratique du vélo, les systèmes de location de bicyclettes permettent de promouvoir ce mode en le plaçant, de façon bien apparente, comme un moyen de déplacement à part entière. Si les vélos de location ne peuvent remplacer la possession du matériel personnel dans le cadre de déplacements quotidiens, domicile-travail par exemple, ils peuvent cependant être utilisés sur de courtes distances, au sein des centres-villes notamment.

De nouveau, l'agglomération de La Rochelle se distingue par un système particulièrement développé, héritage d'une volonté ancienne de promouvoir la pratique du vélo. L'offre de location a en effet évolué depuis sa création, en 1976. Tout d'abord, dans le prolongement de ce qui avait été initié à l'origine, un système de location longue durée est proposé, pour des périodes comprises entre 2 mois et 1 an. Dans un autre contexte, un service de location touristique est également offert de mai à septembre, quai Valin (location gratuite les deux premières heures et au tarif de 1€ l'heure supplémentaire). Puis à cela s'est ajouté, à partir de 2005, un libre-service vélos, sur le modèle de celui de Lyon ou de Paris. Accessible 24h/24 et 7jours/7, il s'est étendu en 2008 et surtout 2009 : il propose plus de 150 vélos sur 26 stations, alimentées en électricité par des panneaux solaires. Ces stations sont localisées essentiellement en centre-ville et au sein du quartier des Minimes (figure 112).

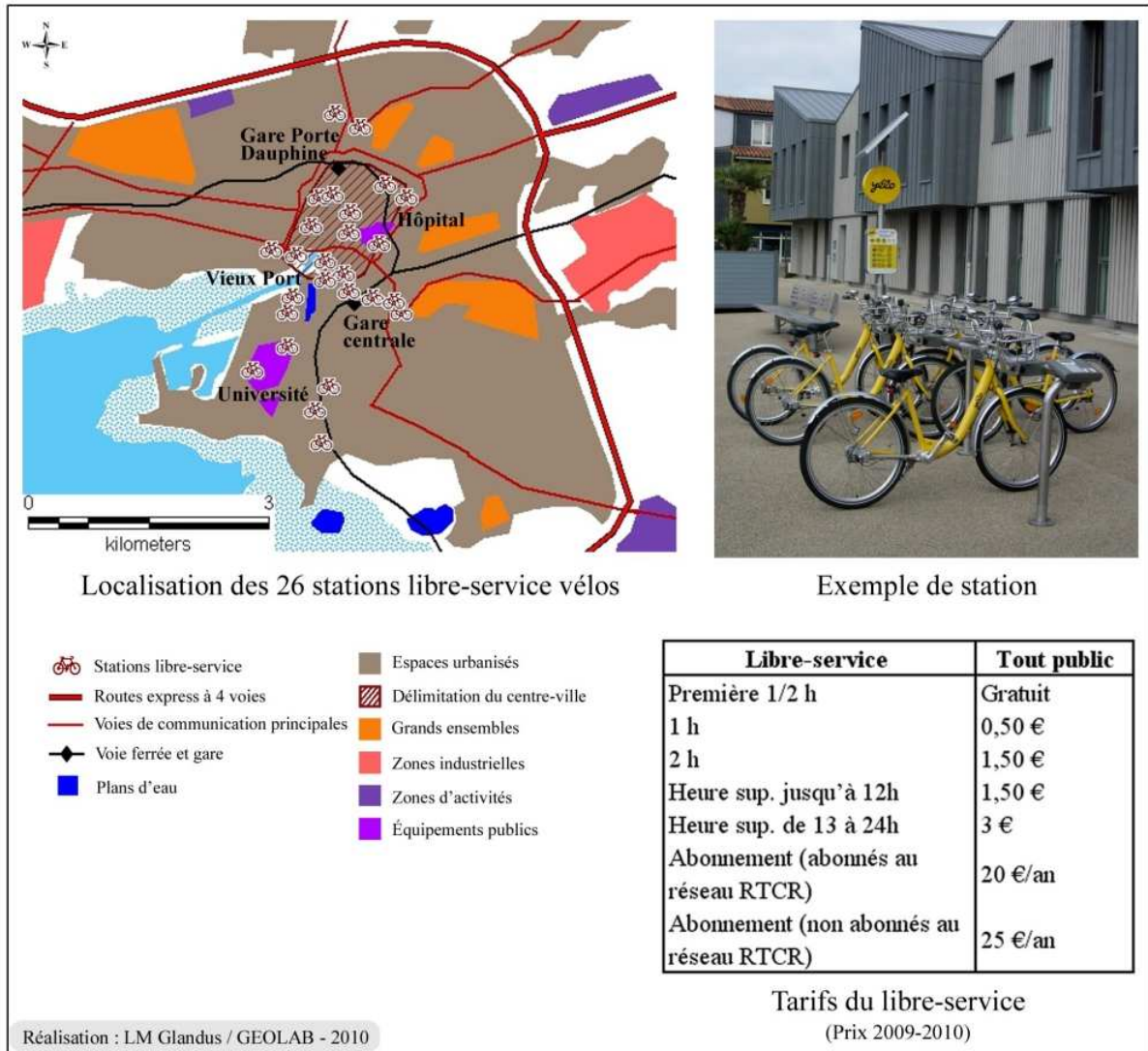


Figure 112 : Libre-service vélos de La Rochelle
(Source : Communauté d'agglomération de La Rochelle, 2010 ; Photo : LM Glandus)

Si l'offre de location proposée à Clermont-Ferrand apparaît largement inférieure à celle de La Rochelle, elle a toutefois le mérite d'être présente, contrairement à ce que l'on peut constater à Limoges, où ce type de dispositif est inexistant.

La centrale Moovicité (auparavant "Léovélo") de la communauté d'agglomération de Clermont-Ferrand propose une offre de location de vélos depuis l'année 2001. Ce service est disponible du lundi au vendredi, de 7h à 19h, et le samedi de 8h à 19h. Il met à disposition des usagers 55 vélos classiques et 50 vélos à assistance électrique, la durée de la location allant de l'heure à la semaine et étant gratuite pour les abonnés du réseau T2C. Les vélos à assistance électrique sont un véritable avantage dans une ville comme Clermont-Ferrand dont la topographie est un obstacle pour certains. Cette technique permet donc de franchir les fortes pentes sans difficulté. On peut regretter qu'aucune offre n'existe le dimanche, mais cette situation s'explique par le mode de fonctionnement de ce service. Celui-ci, contrairement à celui développé à La Rochelle, ne propose pas une location en libre-service. Les agences disposent donc de personnel, ceci expliquant les limites horaires et journalières imposées, pour des raisons financières. Cependant, les sorties dominicales en centre-ville pourraient être

en partie effectuées à vélo, les usagers ayant l'occasion de profiter d'une moindre présence automobile ce jour-ci, d'autant plus renforcée que les modes doux se développeraient : cette pratique serait en effet susceptible d'engendrer un mécanisme d'entraînement lui permettant d'occuper une place prépondérante au cœur de la ville. En termes de pratiques et d'usages, l'existence d'un cercle vertueux est en effet largement admise : la population est plus encline à la pratique du vélo lorsque celle-ci est déjà bien présente. En outre, le nombre pouvant faire la force, les automobilistes respectent d'avantage les cyclistes si ces derniers sont nombreux (Wardman et al., 2007).

La location peut s'effectuer sur deux sites (figure 113) : "Ballainvilliers" (place H. Renoux, en centre-ville) et "Gare SNCF" (avenue de l'Union soviétique, face à la gare SNCF). La présence de seulement deux agences apparaît comme une contrainte limitant les possibilités de déplacements et contraste nettement avec la multitude de stations aménagées à La Rochelle. Cependant, l'agence du centre-ville permet de se déplacer au cœur de l'hypercentre commerçant, dans des conditions optimales (peu de voitures). De plus, ces agences proposent la location d'accessoires et de services tels que le gardiennage, de petits entretiens ou le prêt d'outillages, ainsi que le prêt gratuit de casques et sièges enfants.

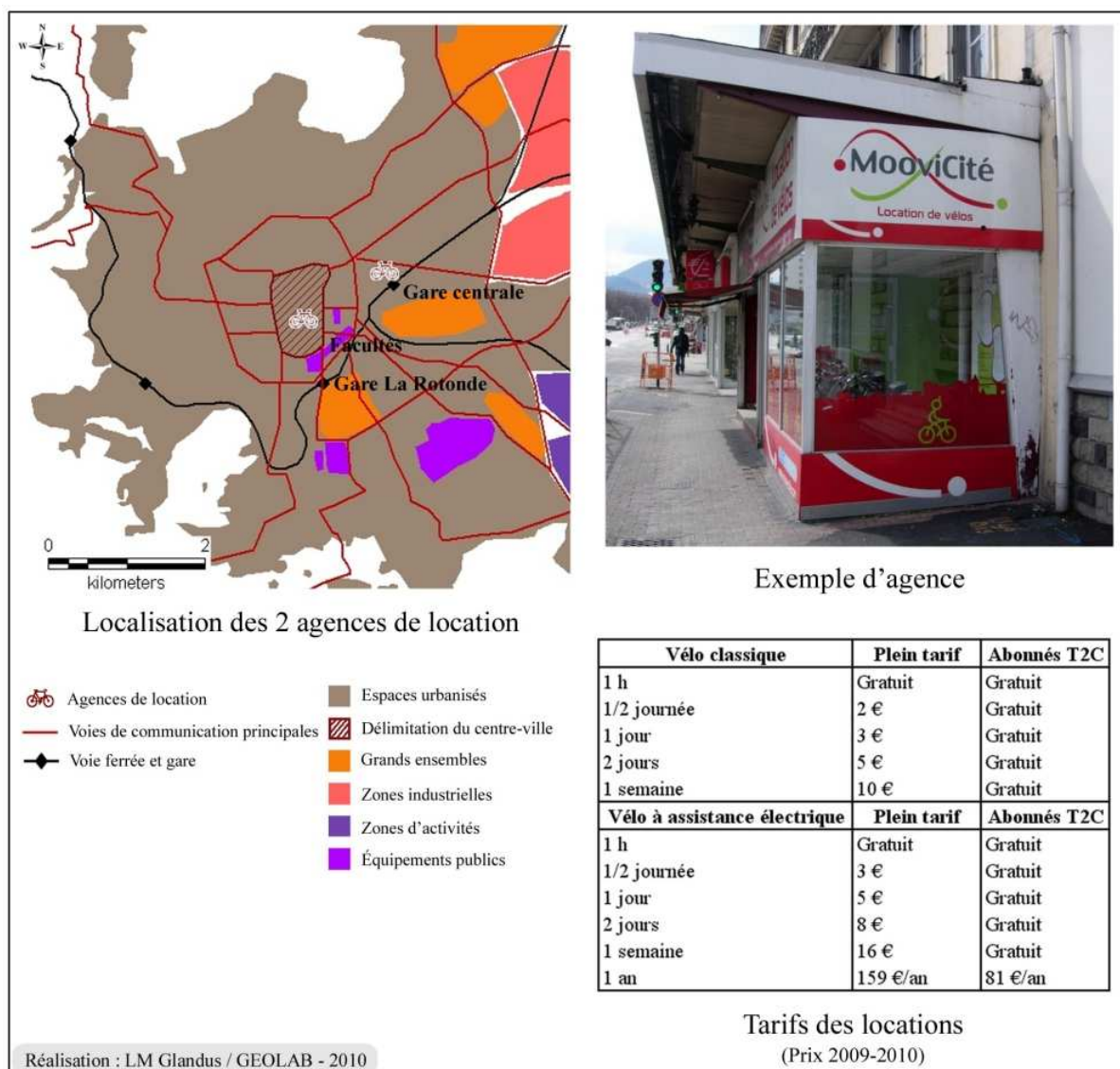


Figure 113 : Agences de location de vélos à Clermont-Ferrand

(Source : Moovicité, 2010 ; Photo : LM Glandus)

Ce service de location a rencontré un succès croissant, avec une hausse de l'utilisation de 17% depuis 2001 : en 2004, 20 000 utilisations étaient comptabilisées, contre 3 000 seulement en 2002. Cette progression démontre que l'intérêt des habitants pour ce mode de déplacement existe réellement et doit encourager l'extension d'un tel service.

Ainsi, forte de ses divers aménagements destinés à la pratique du vélo, l'agglomération de La Rochelle semble être en mesure de favoriser un large recours à ce mode de déplacement, non seulement pour des mobilités liées aux loisirs et au tourisme, mais encore pour des mobilités quotidiennes domicile-travail ou études. Cet espace bénéficie également d'un autre avantage intrinsèque, dont ne disposent pas Limoges et Clermont-Ferrand : le territoire de La Rochelle constitue en effet une zone relativement plane, aux dénivellations quasi-absentes. En conséquence, le nombre de cyclistes y est beaucoup plus élevé qu'à Clermont-Ferrand et surtout qu'à Limoges : les deux-roues représentent 8,2% des modes de déplacements domicile-travail sur l'agglomération, alors que ce chiffre ne s'élève qu'à 3,6% à Clermont-Ferrand et 2,2% à Limoges (INSEE, Recensement de la population 2006).

Les réseaux cyclables doivent donc s'améliorer, en particulier à Limoges et Clermont-Ferrand, la priorité étant d'arriver à une continuité, afin de garantir une offre potentiellement attractive. Un exemple pris dans des villes norvégiennes (Sælensminde, 2004) montre en effet que le développement d'un réseau continu de pistes réservées aux cyclistes a le potentiel d'accroître la pratique des modes doux. Ceci passe par la création de nouveaux aménagements tels que pistes, bandes et contresens cyclables, ainsi que par l'extension de zones 30. En outre, la pratique du vélo peut être renforcée par l'aménagement de croisements sécurisés. Il semblerait ainsi que l'aménagement de bandes et pistes réservées soit susceptible de réduire le nombre d'accidents impliquant des cyclistes et de diminuer le temps de trajet. Cela doit enfin s'accompagner d'un accroissement des services de location et des parcs à vélos en centre-ville et sur les lieux de travail.

Cependant, si toutes ces améliorations ont la capacité de faire émerger la pratique du vélo, elles ne peuvent effacer des facteurs susceptibles d'influencer le choix du vélo comme mode de déplacement : la topographie et les conditions météorologiques. Ce mode de transport ne possède ainsi pas toutes les qualités aptes à concurrencer la voiture. Mais l'accroissement de la sécurité ne peut qu'encourager le développement de ce système de déplacement, sans pour autant atteindre l'ampleur affichée aux Pays-Bas du fait des différences de relief entre ce pays et les villes de Limoges et Clermont-Ferrand où certaines portions en pente rendent les conditions de circulation plus difficiles.

Enfin, la bicyclette ne constitue plus désormais l'unique mode respectueux de la qualité de l'air en milieu urbain. En effet, un autre moyen d'incitation à l'usage de véhicules non polluants consiste à proposer en centre-ville des locations, pour quelques heures ou la journée, de voitures électriques. La Rochelle propose ce type d'offre de déplacement original, non présent sur les autres agglomérations de l'étude. Un service de location de voitures électriques, Liselec, existe en effet depuis 1999. Un abonnement de 5,5 euros par mois (ou 2 euros pour les abonnés du réseau RTRC et les étudiants) donne accès, 24h sur 24 et 7 jours sur 7, à l'usage d'une voiture parmi un parc de 53 véhicules. Ceux-ci sont répartis sur sept stations essentiellement implantées sur la commune de La Rochelle et sur des lieux desservis par le bus, le train ou le bateau, ceci permettant une interconnexion entre modes, ainsi que sur la commune d'Aytré (figure 114). Afin de faciliter le stationnement des usagers, des places réservées et gratuites sont proposées sur le domaine public de La Rochelle. L'offre devrait s'étendre d'ici 2011 pour proposer 70 voitures au sein d'une dizaine de stations.

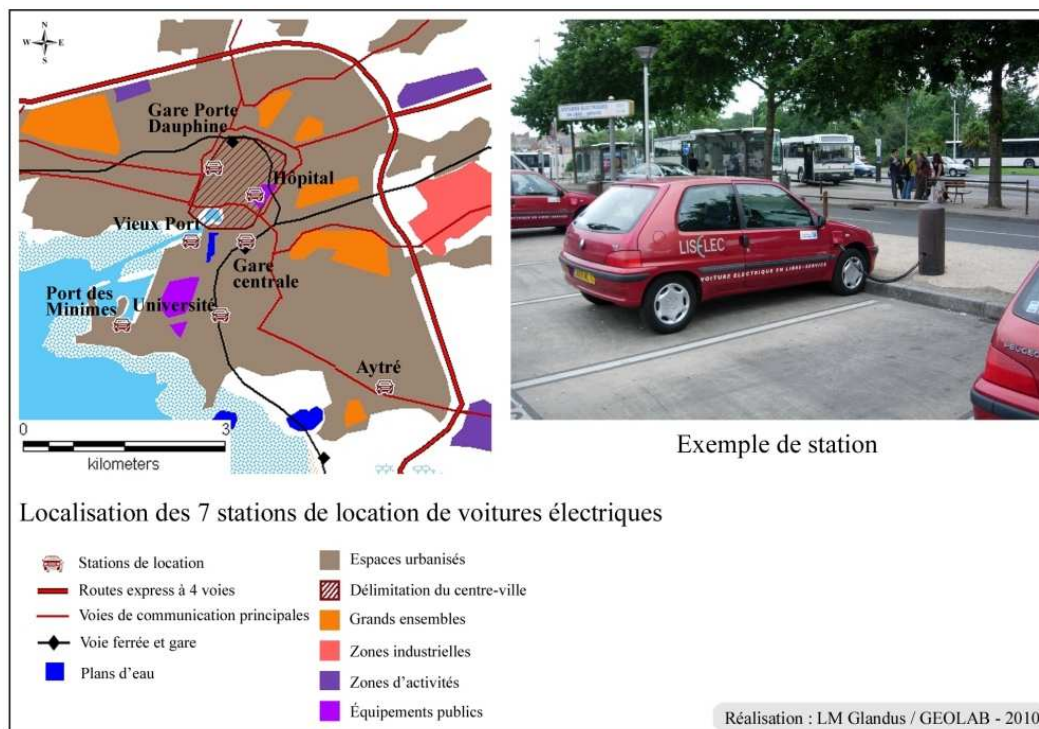


Figure 114 : Location de voitures électriques à La Rochelle

(Source : Liselec, 2010 ; Photo : LM Glandus)

Ce type de mode de déplacement permet ainsi de s'affranchir des inconvénients inhérents à l'usage du vélo et peut, notamment, être utilisé sur de plus longues distances au sein d'une agglomération, même si le vélo reste le mode le plus "énergétiquement propre".

3.2. L'intermodalité comme alternative à l'usage de la voiture

Les mobilités quotidiennes au sein des espaces urbains s'entendent souvent comme des déplacements effectués par le biais de la voiture, des transports en commun ou encore du vélo, soit au moyen d'un mode unique de transport. Pourtant, sur un même trajet, la combinaison de plusieurs modes de natures différentes est possible. Cette éventualité peut même s'avérer particulièrement attractive aux yeux des utilisateurs inconditionnels d'un mode unique, leur permettant de ne pas délaisser totalement celui-ci, mais de l'associer à un autre, voire plusieurs autres. L'intermodalité peut donc être envisagée comme l'une des principales solutions alternatives à l'usage unique de la voiture, à condition que des aménagements soient réalisés pour en faciliter l'usage. Dans ce but, les agglomérations se sont notamment focalisées sur l'intermodalité train, voiture ou vélo et transports urbains.

3.2.1. Des espaces de convergence des divers modes : les pôles d'échanges

Un pôle d'échanges constitue le point de convergence de différents modes de transport. Sa fonction première est de faciliter les connexions avec les divers réseaux et modes de transport : les transports en commun (train, réseaux urbain et interurbain), mais aussi les deux-roues, grâce à des parcs de stationnement adaptés, et la marche via des cheminements piétonniers (Certu, ADEME, 2002). Les trois agglomérations ont attribué ce

vocable à des lieux, plus ou moins stratégiques, proposant aux usagers différents modes de déplacements.

Un pôle d'échanges existe à La Rochelle depuis 1983, soit bien avant la validation du PDU. Ce pôle est situé sur la place de Verdun, en centre-ville, et a été régulièrement amélioré. Il permet une interconnexion entre le réseau de bus de l'agglomération, le libre-service vélos et une offre de location de voitures électriques (figure 115). Comme cela a déjà été souligné, ce pôle d'échanges constitue le point convergent du réseau de bus puisque la totalité des lignes dessert la place de Verdun, point de départ ou d'arrivée d'une grande majorité d'entre elles. Par ailleurs, le projet, présenté dans le PDU, de pôle d'échanges à la gare SNCF n'a pas encore été réalisé. Il devrait voir le jour entre 2010 et 2013, soit bien plus tard que prévu initialement. L'ambition est d'intégrer la gare à l'activité urbaine en en faisant un espace dédié aux différents modes de déplacements urbains, et non plus au seul transport ferroviaire. Un tel pôle d'échanges semble pourtant aller davantage dans le sens de l'intermodalité que celui situé place de Verdun, en permettant de relier le réseau urbain au réseau ferroviaire régional. A terme, ces deux pôles d'échanges devraient être interconnectés par la ligne de BHNS. Néanmoins, si la gare SNCF ne porte pas encore l'intitulé "pôle d'échanges" et que les aménagements prévus ne sont toujours pas réalisés, elle constitue malgré tout un lieu où les intermodalités train-bus, train-vélo ou train-voiture électrique sont possibles.

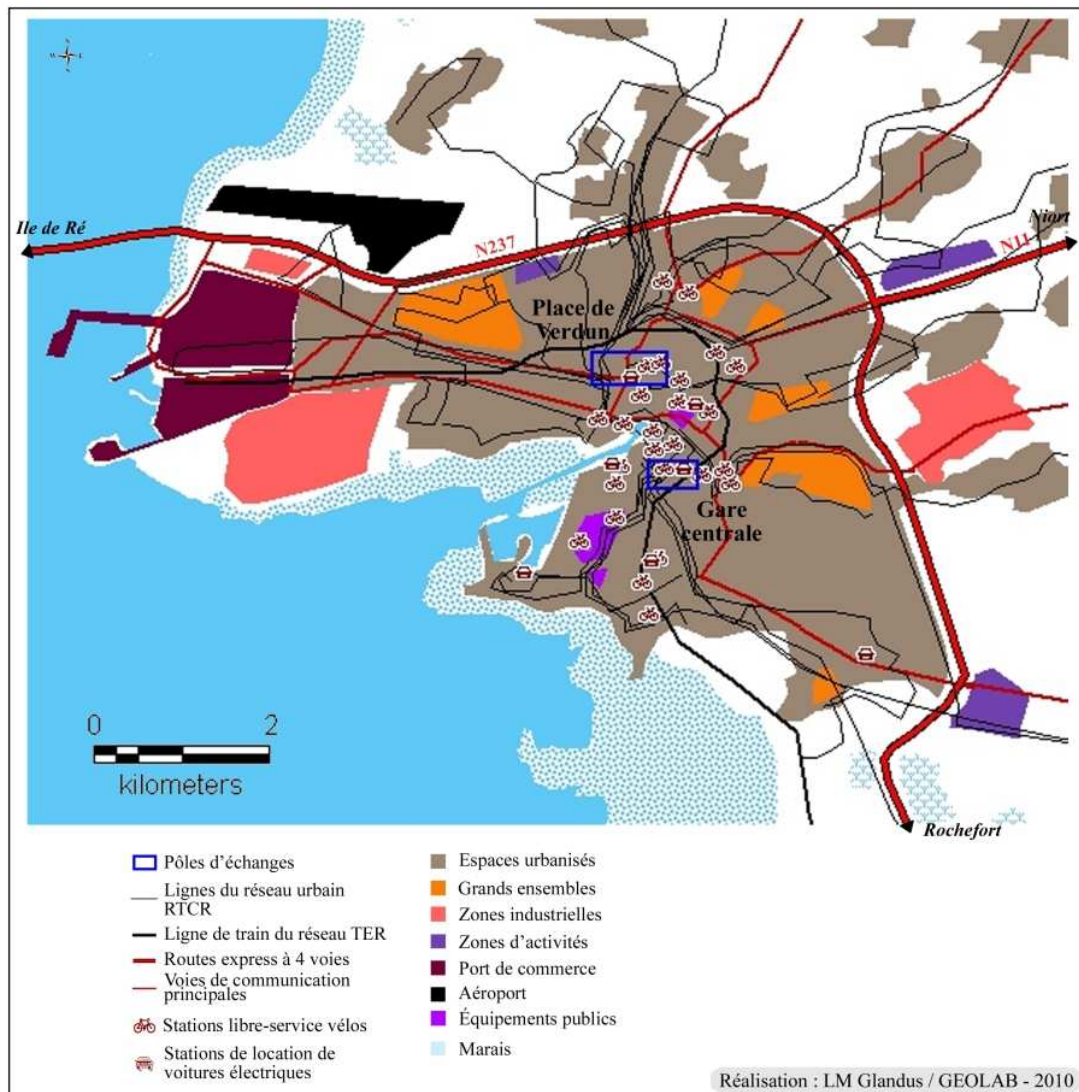


Figure 115 : Pôles d'échanges de La Rochelle

A Clermont-Ferrand, un pôle d'échanges a été aménagé à la gare de La Pardieu (figure 116). Celle-ci permet une intermodalité entre les réseaux de l'agglomération et de la région puisqu'elle constitue à la fois une station de tramway et une gare d'où partent et arrivent des trains TER desservant certaines communes de l'agglomération. Cet aménagement s'accompagne également d'un parc de stationnement de 120 places faisant office de parc relais. Aucun espace de stationnement sécurisé pour les vélos n'existe en 2009, mais ce type d'équipement est néanmoins prévu par le nouveau PDU. Même si ce pôle intermodal n'est desservi que par une seule ligne du réseau urbain – la ligne de tramway – les échanges peuvent y être nombreux du fait de la fréquence élevée de passages sur cette ligne. Sa création a ainsi permis d'augmenter la fréquentation de ce site de 63% depuis 2007. De plus, un second pôle d'échanges est en projet au niveau de la gare centrale située avenue de l'Union soviétique. Sa réalisation doit débuter à la fin de l'année 2010, pour un achèvement prévu en 2013. Tous les modes doivent y être pris en compte pour faciliter les échanges modaux : train, bus, taxis, voitures, deux-roues et marche. Mais, comme à La Rochelle, des dispositifs sont d'ores et déjà présents et permettent une intermodalité train-bus et train-vélo.

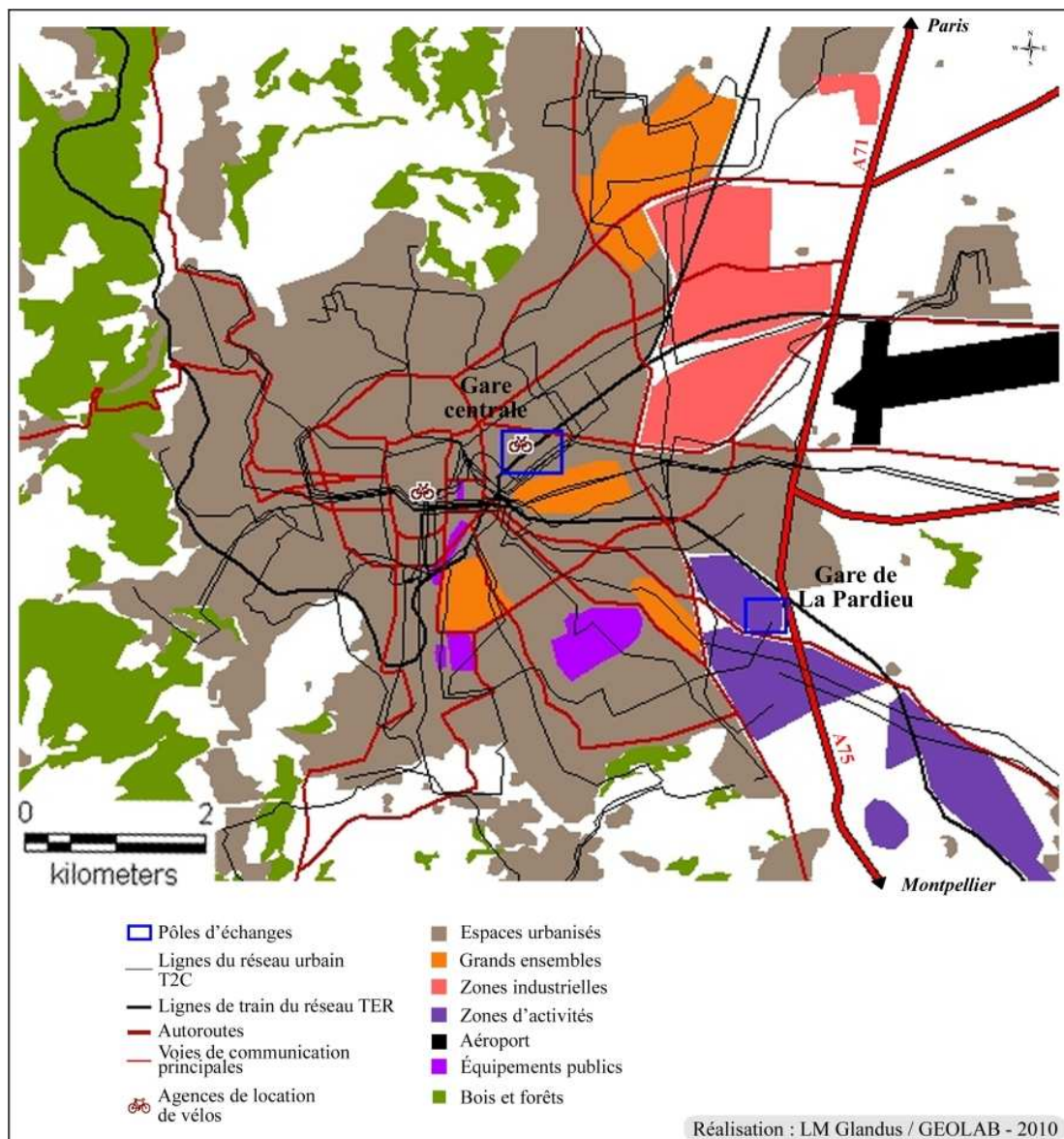


Figure 116 : Pôles d'échanges de Clermont-Ferrand

Enfin, à Limoges, deux pôles d'échanges ont été aménagés, ou tout au moins baptisés comme tels (figure 117).

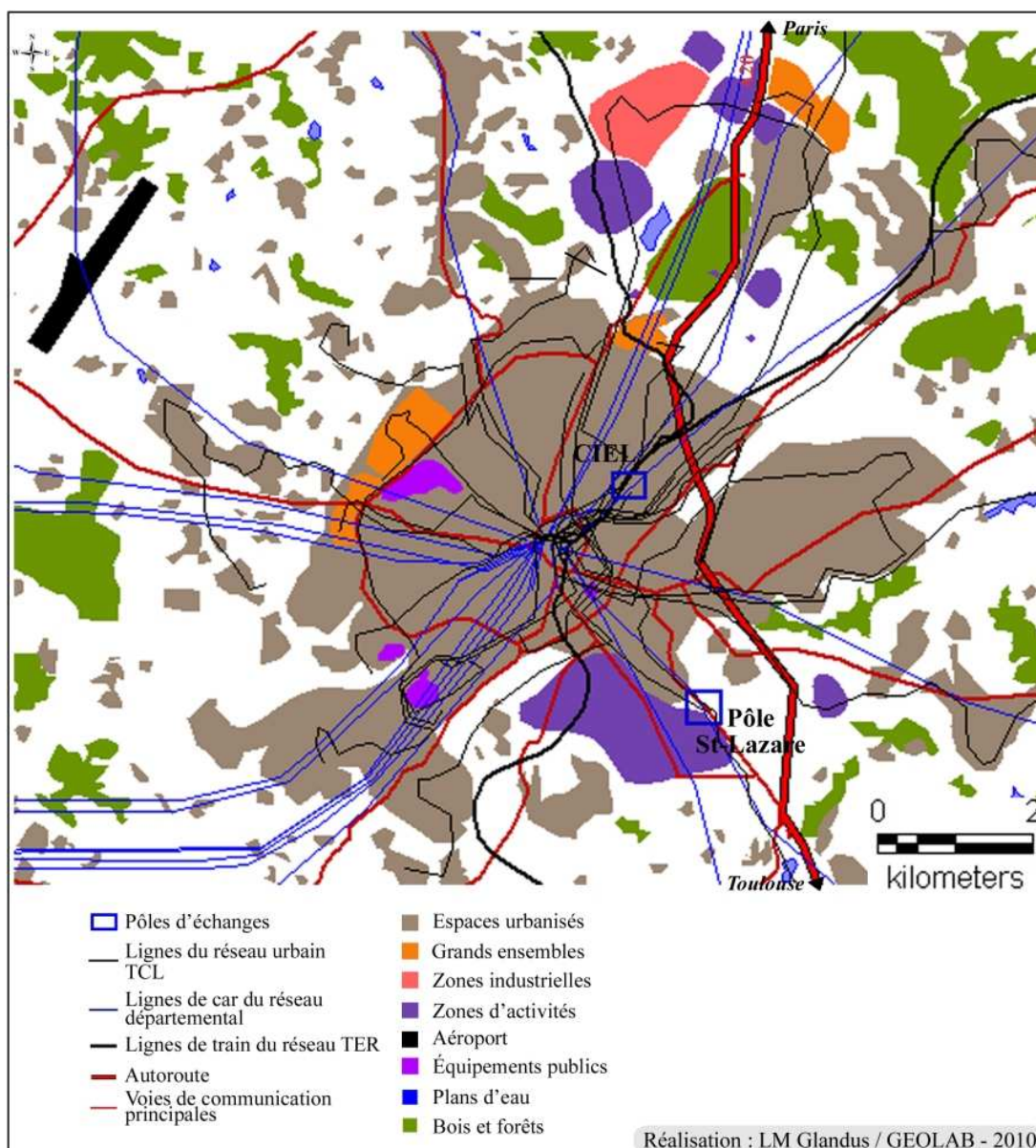


Figure 117 : Pôles d'échanges de Limoges

D'une part, le Centre Intermodal d'Echanges de Limoges (CIEL), mis en service en 2000, constitue le principal espace d'échanges de l'agglomération. Situé sur le site de la gare des Bénédictins, ce pôle réunit des stations et arrêts de tous les modes de transports collectifs existants : trains, cars des réseaux départemental et régional, bus et trolleybus du réseau TCL, taxis. A cela s'ajoutent des parcs de stationnement réservés aux voitures. Un système de billetterie intermodale permet de voyager gratuitement sur le réseau TCL en correspondance depuis les réseaux départemental et régional. Cependant, aucune coordination des horaires n'a été entreprise entre les différents réseaux de transport, car jugée difficile à mettre en place. Mais au regard de la desserte de ce pôle par le réseau TCL, on peut s'interroger sur le degré des échanges possibles. En effet, une ligne seulement s'arrête au CIEL : il s'agit de la ligne 34, desservant Saint-Just-le-Martel et ayant une fréquence de passages peu élevée.

A cela s'ajoute tout de même la desserte de la gare des Bénédictins, voisine du pôle : celle-ci n'est desservie que par trois lignes (6, 10 et 20). Le réseau urbain n'est donc pas fortement présent sur ce centre intermodal vers lequel converge pourtant la quasi-totalité des lignes des autres réseaux desservant la communauté d'agglomération : 19 lignes du réseau départemental et les six lignes du réseau TER (les trains arrivant bien évidemment à la gare et les cars au CIEL). D'autre part, le pôle Saint-Lazare comprend, quant à lui, un parc de stationnement automobile, des abris vélos et un croisement entre les lignes des réseaux urbain et départemental. Ce dernier n'est donc que très modeste en termes d'interconnexions.

On constate ainsi que les gares ferroviaires constituent le lieu privilégié pour l'instauration de pôles d'échanges. Elles présentent en effet l'avantage de pouvoir coupler les divers modes de transports publics (bus, trolleybus ou tramways) et l'usage du vélo avec le train. Mais convergence de plusieurs modes ne signifie pas nécessairement connexion facilitée : en d'autres termes, multimodalité ne veut pas dire intermodalité. Une coordination des horaires doit accompagner ces aménagements, de façon à améliorer l'intermodalité, soit le passage de l'utilisateur d'un mode à un autre sur un même trajet. La billettique unique ou commune est également un atout non négligeable. Pour ce faire, les différentes AOTU doivent travailler de concert afin d'organiser leurs réseaux dans une perspective de commodité pour les usagers. C'est ce qui a principalement été développé en Charente-Maritime autour de la création du Syndicat Mixte de la Communauté Tarifaire.

3.2.2. Des lieux de connexion à privilégier : les gares ferroviaires

Les gares ferroviaires, localisées dans les espaces centraux de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand, profitent de la densification des réseaux urbains précédemment relevée. Malgré tout, des inégalités existent dans la desserte de ces pôles, limitant ainsi les connexions possibles entre les réseaux urbain et régional.

Au sein des agglomérations de La Rochelle et Clermont-Ferrand, plusieurs gares, ou haltes ferroviaires, ont été créées. Mais les gares centrales originelles restent malgré tout les zones les mieux desservies, à la fois par le réseau régional et par le réseau urbain.

Les informations relatives aux horaires des dessertes opérées par les réseaux urbains des trois agglomérations sont présentées en annexe 5.

La gare centrale de La Rochelle est la mieux desservie par le réseau TER puisque la totalité des trains à destination ou en provenance de Rochefort s'y arrête (soit 21 départs journaliers et 19 arrivées). La gare de La Rochelle Porte Dauphine est quant à elle beaucoup moins desservie avec seulement 7 départs et 7 arrivées, soit une offre voisine de celle des communes périphériques. Si ces deux gares sont accessibles en bus, elles font face à une offre inégale (figure 118). La gare centrale de La Rochelle est, elle, particulièrement bien desservie avec six lignes de bus. Par opposition, la gare nouvellement ouverte de La Rochelle Porte Dauphine est davantage oubliée par le réseau de bus. D'une part, cette gare souffre de ne pas bénéficier d'un arrêt à part entière indiquant clairement la gare aux usagers et y permettant un accès immédiat. L'arrêt le plus proche correspond à celui nommé « Glacière ». D'autre part, malgré le passage de trois lignes, l'offre est réduite. Aucune de ces lignes n'offre un accès direct au centre-ville, l'arrêt étant ignoré dans ce sens. Sur deux d'entre elles, les bus circulent en boucle : la durée moyenne du trajet entre la gare et la place de Verdun est très longue (plus de 15 min, voire près d'1h) du fait du cheminement de la ligne et des nombreux arrêts. Ce système de boucle très répandu sur le réseau de La Rochelle, s'il permet de réaliser des économies de véhicules, se révèle paralysant pour certains arrêts et conduit à affaiblir l'offre

générale. Une hausse de ces liaisons entre la gare Porte Dauphine et le centre-ville serait donc utile. Néanmoins, cette critique peut être relativisée par la proximité de la gare avec la place de Verdun (environ 15 min à pied). Cependant, rebaptiser l'arrêt de bus semble indispensable pour une meilleure facilité d'usage.

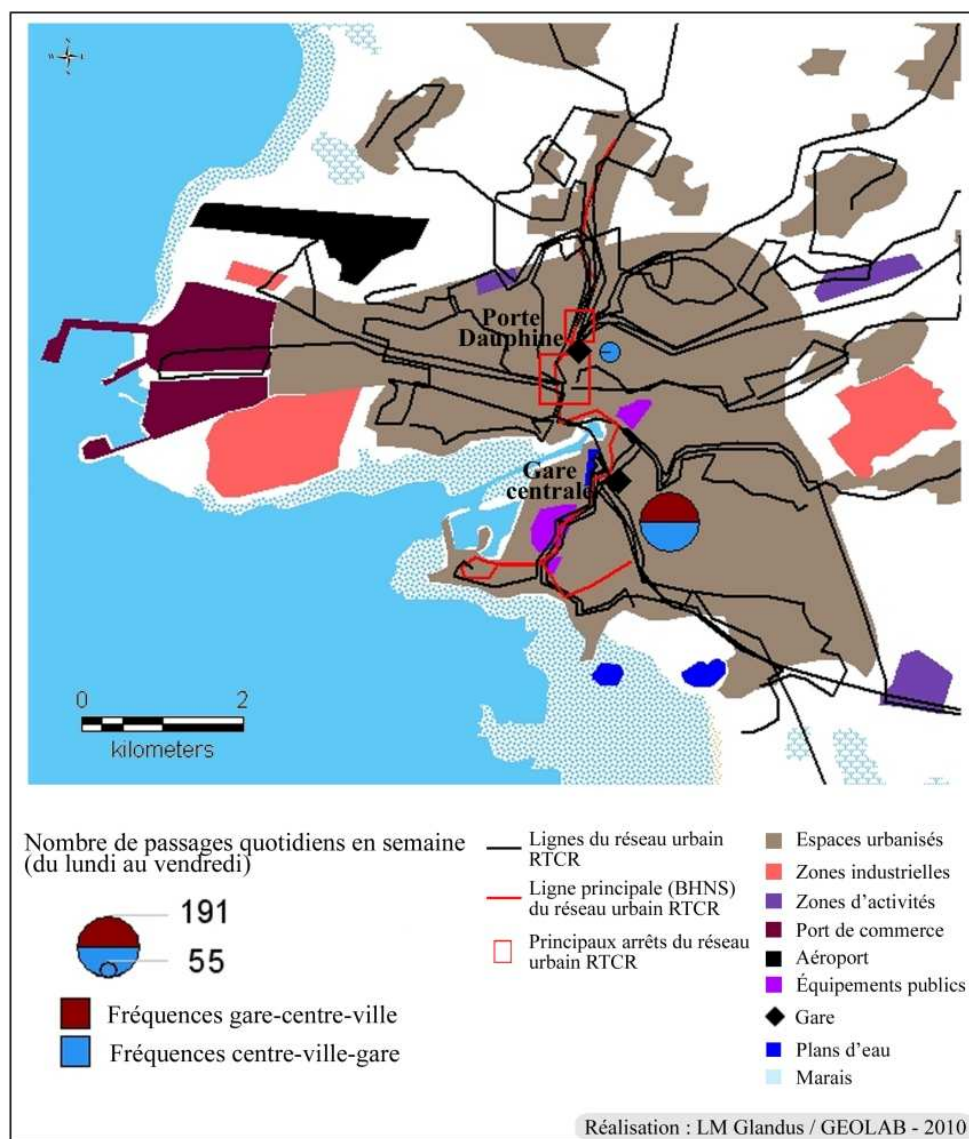


Figure 118 : Desserte des gares de La Rochelle par le réseau urbain
(Source : Horaires RTCR Hiver 2009)

Une situation similaire apparaît à Clermont-Ferrand où la gare centrale constitue le pôle principal d'où partent et arrivent les trains et bus du réseau TER. Mais le réseau de train régional dessert également deux autres gares sur la commune de Clermont-Ferrand : La Rotonde (ligne 29) au nord et La Pardieu (ligne 5) au sud. L'arrêt urbain de La Pardieu profite, lui, des passages les plus nombreux de l'ensemble du réseau de l'agglomération avec 45 départs et 43 arrivées. A l'inverse, et à l'image de ce qui a pu être constaté à La Rochelle Porte Dauphine, l'arrêt de La Rotonde bénéficie d'une fréquence inférieure, similaire à celle de certaines communes périphériques (environ 17 départs et 15 arrivées). Mais comme à La Rochelle, ces trois gares jouissent de dessertes contrastées de la part du réseau

urbain (figure 119). La gare centrale de Clermont-Ferrand (lignes B, 3, 4 et 8) et la gare de La Rotonde (lignes 3 et 8) ne sont pas situées sur la ligne de tramway, contrairement à celle de La Pardieu. Cette dernière n'est accessible que par la ligne A mais les passages y sont nombreux. La gare centrale est, elle, particulièrement bien desservie, notamment par la ligne B, dont les fréquences sont élevées. La halte ferroviaire de La Rotonde souffre cependant de ne pas bénéficier d'un arrêt à part entière indiquant clairement la gare aux usagers et y permettant un accès immédiat.

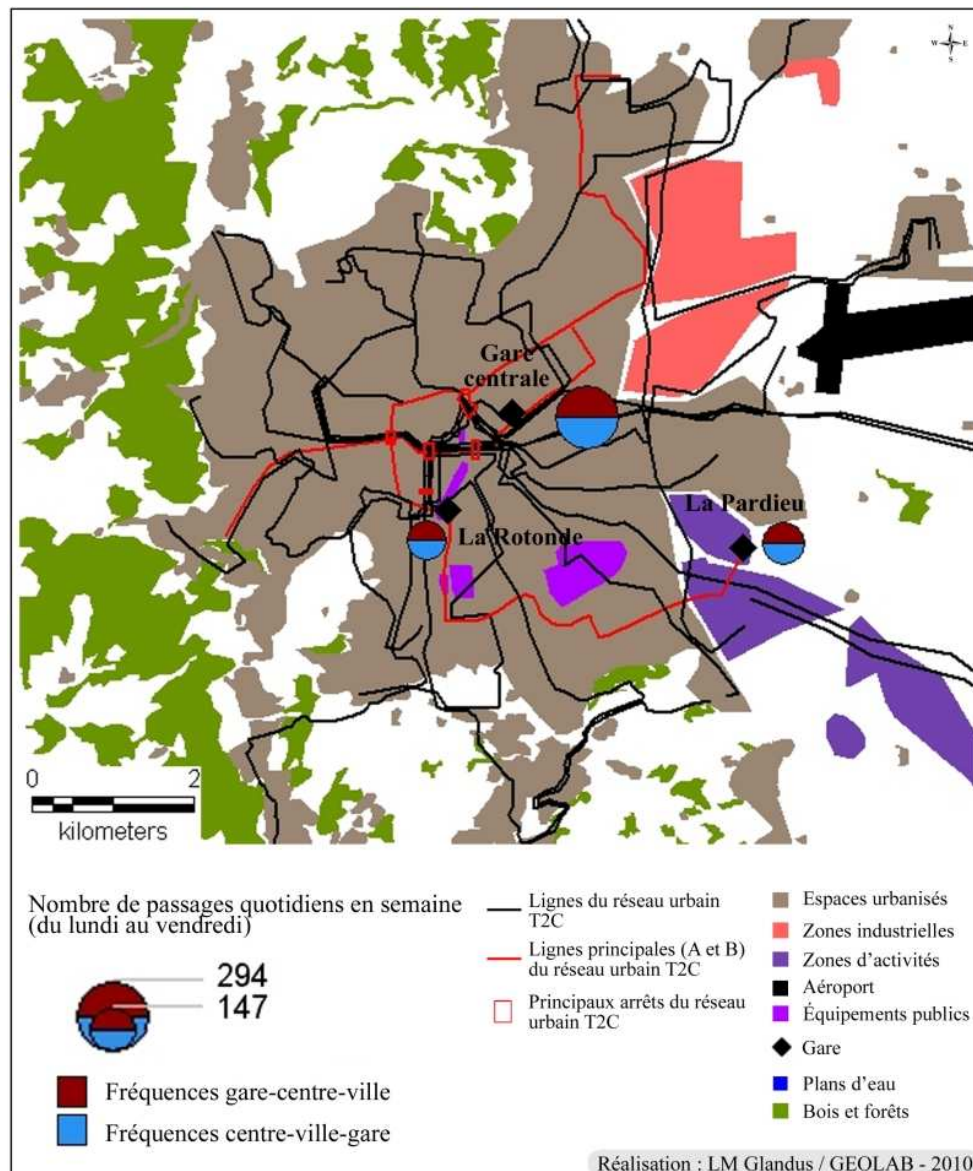


Figure 119 : Desserte des gares de Clermont-Ferrand par le réseau urbain
(Source : Horaires T2C 2008-2009)

Par contraste, le statut de la gare de Limoges est beaucoup plus simple. En effet, le réseau régional ne dessert ici qu'une seule gare, celle des Bénédictins, située à proximité du centre-ville. Celle-ci jouit de la desserte de trois lignes (6, 10 et 20) aux fréquences de passage inégales (figure 120).

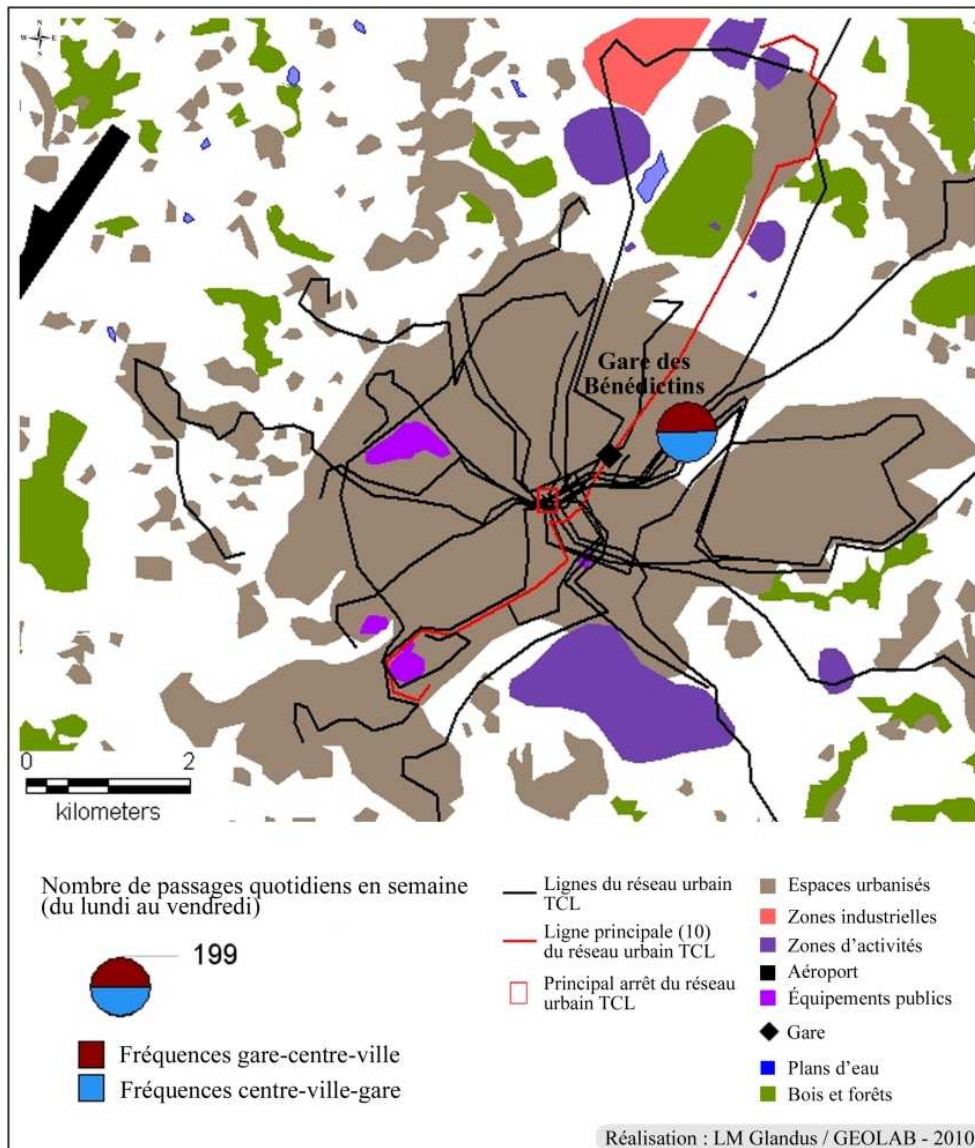


Figure 120 : Desserte de la gare de Limoges par le réseau urbain
(Source : Horaires TCL 2008-2009)

Les connexions entre les réseaux régionaux et urbains, autrement dit entre le train et le bus/tramway/trolleybus, dépendent fortement des dessertes et fréquences de passages proposées. A La Rochelle, où la volonté de promotion du réseau TER et de l'intermodalité est la plus forte, le développement de la ligne TER La Rochelle-Rochefort ne s'est pas accompagnée de l'interconnexion train-bus souhaitée. Tout d'abord, la ligne du réseau urbain desservant Châtelailon-Plage ne s'arrête à la gare que dans le sens La Rochelle-Châtelailon, et non dans l'autre sens. De plus, on peut remarquer que la coordination des horaires n'est pas une réalité. Ensuite, les gares d'Aytré-Plage et d'Angoulins sont, elles, ignorées par les bus.

Ainsi, à La Rochelle comme à Clermont-Ferrand et Limoges, les réseaux de transports en commun urbains doivent s'étendre et les AOTU ont à renforcer leur collaboration pour proposer, en sus du titre de transport unique, des horaires plus adaptés, dans le but de favoriser l'usage combiné des modes de transports collectifs autour des gares ferroviaires. La promotion du train comme mode de déplacement en milieu urbain nécessite en effet toutes ces améliorations.

3.2.3. Une solution de déplacement laissant une place à la voiture : les parcs relais

La voiture constituant le mode de transport privilégié en milieu urbain, il semble qu'une intermodalité l'associant à des modes alternatifs soit en mesure de satisfaire davantage d'usagers que l'utilisation exclusive des transports en commun ou du vélo. Dans ce cadre, un espace de connexion a été adopté par les agglomérations : le parc relais. Celui-ci a pour vocation de permettre aux automobilistes de laisser leur véhicule durant plusieurs heures, voire la journée, afin d'emprunter les modes collectifs de transports. Le parc relais doit être associé à un réseau de transports collectifs et a donc pour but de permettre le rabattement d'une partie des déplacements réalisés en voiture vers les transports urbains (Certu, ADEME, 2002), cela dans un objectif de diminution du trafic automobile dans le centre-ville.

La localisation de ce dispositif ne peut se faire en hypercentre, en raison de la volonté de protéger celui-ci d'une trop forte affluence automobile. Les parcs relais doivent donc être implantés en des points stratégiques situés aux limites de l'espace urbain dense. Selon le guide technique d'implantation des parcs relais de l'agglomération de La Rochelle, ceux-ci doivent être aménagés en amont des zones de congestion automobile en heure de pointe et viser un trajet en transports en commun plus long que celui en voiture. Les parcs doivent être mis en relation avec des lignes de transport en commun performantes (en termes de fréquence, de rapidité et de ponctualité – l'idéal étant à ce titre une ligne de TCSP). Enfin, ils doivent bénéficier d'une bonne accessibilité routière et d'une signalisation visible, comme d'un bon jalonnement. La distance séparant le parc de l'arrêt de transports publics doit être assez courte (de 200 à 300 m au maximum) et le cheminement direct et lisible.

Des ensembles de parcs relais ont été réalisés au sein des agglomérations de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand, mais s'ils possèdent des qualités inégales, aucun de ces ensembles ne répond véritablement aux attentes.

De prime abord, les dispositifs instaurés à Clermont-Ferrand sont les plus complets, notamment en termes de capacité. La communauté d'agglomération s'est engagée en 2006 dans la réalisation de ces parcs, répartis le long de la ligne de tramway et situés à proximité de boulevards de contournement et de grandes artères de circulation. Dans les années à venir, il est envisagé de réaliser un parc relais supplémentaire dans le cadre de l'extension de la ligne de tramway, aux abords du stade Gabriel Montpied, au nord de la ville. De plus, le nouveau PDU de l'agglomération prévoit d'aménager des parcs relais sur la ligne B de bus : deux à l'ouest de l'agglomération (sur les communes de Chamalières et de Royat) et un à l'est de Clermont-Ferrand (dans le quartier du Brézet). Actuellement, ce sont six parcs relais qui sont disponibles, donnant accès à une ou plusieurs lignes du réseau urbain, dont la ligne de tramway (figure 121) :

- Croix de Neyrat, devant le centre commercial Auchan Nord : 200 places ;
- Les Pistes, en bordure du boulevard Léon Jouhaux au nord de la ville : 400 places ;
- 1^{er} Mai, sur l'avenue de la République : 290 places ;
- Henri Dunant, boulevard W. Churchill, face au CHU Gabriel Montpied : 550 places (dont 500 en souterrain) ;
- Margeride, à l'angle de l'avenue de la Margeride et de la rue Roche-Genès, au pied du campus des Cézeaux : 110 places ;
- La Pardieu, au pied de la gare de La Pardieu : 120 places.

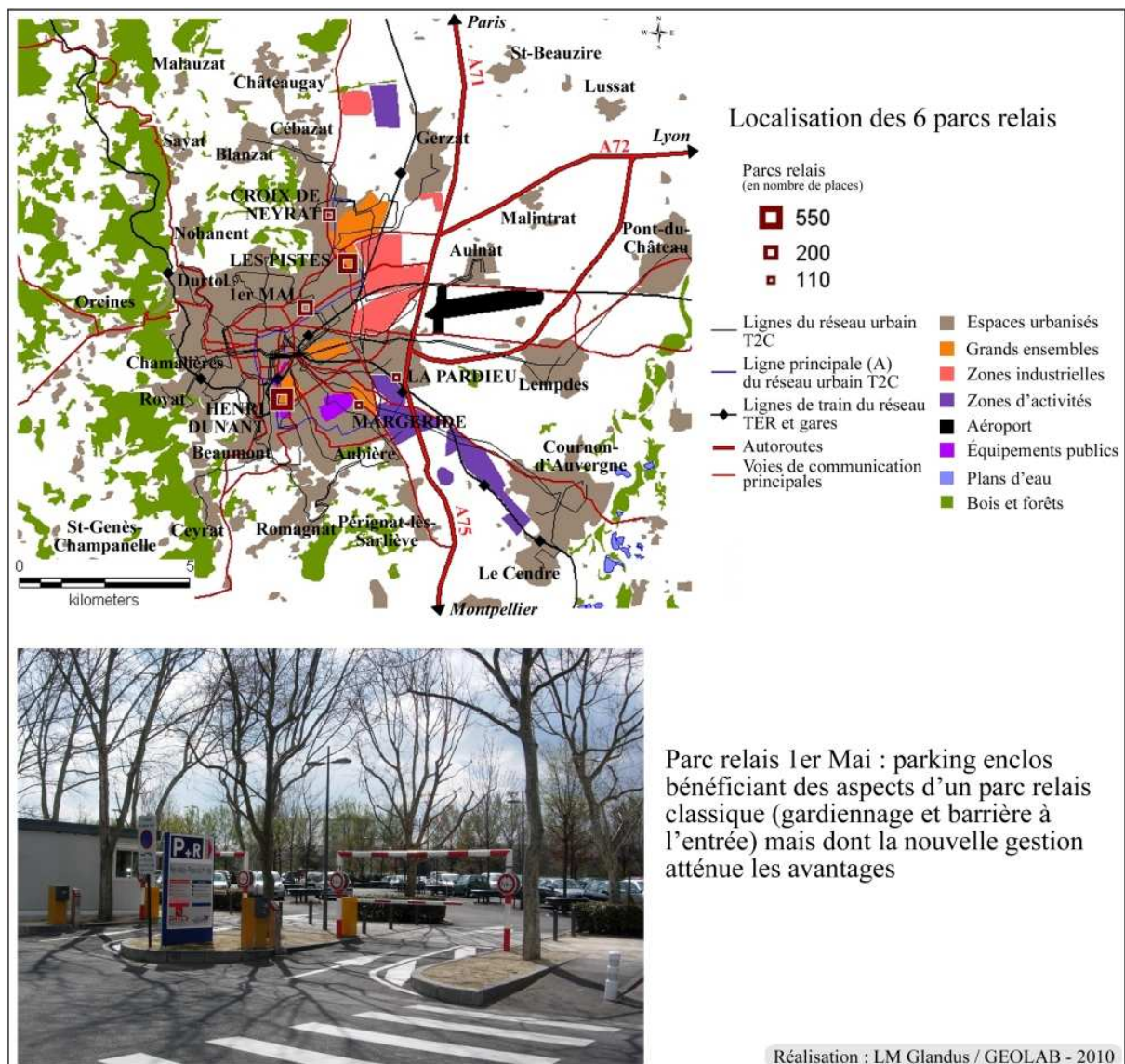


Figure 121 : Spécificités des parcs relais de Clermont-Ferrand

(Source : SMTIC, 2010 ; Photo : LM Glandus)

Au total, ce sont 1 670 places (soit 6 places pour 1 000 habitants de la communauté d'agglomération) qui sont proposées aux automobilistes souhaitant se rendre au centre-ville sans leur voiture, soit plus de deux fois plus qu'à La Rochelle et Limoges réunies. Ces parcs, gérés et financés par la communauté d'agglomération qui en est le maître d'ouvrage, présentent cependant l'inconvénient d'avoir été implantés uniquement en fonction de la ligne de tramway. Ils se concentrent ainsi à l'est et ignorent tout l'ouest de l'agglomération. De plus, la gestion du parc du 1^{er} Mai a été prise par la municipalité de Clermont-Ferrand en juin 2009, le privant de sa fonction de parc relais et des avantages que cela lui confère (tarifs couplant stationnement et trajets en transports en commun). Cette situation illustre le manque d'uniformité et de clarté existant dans le fonctionnement des parcs relais à Clermont-Ferrand. En effet, seuls deux d'entre eux sont de véritables parcs relais ("P+R") : Les Pistes et Henri Dunant. Ceux-ci sont sécurisés (gardiennage, barrière à l'entrée) et leur utilisation est couplée avec celle des transports en commun par le biais d'un tarif spécifique et avantageux. Ils sont gratuits pour les abonnés au réseau T2C et affichent pour les autres usagers un tarif de 3 euros

incluant : le stationnement et un aller-retour sur le réseau urbain (valable une journée pour le conducteur et trois passagers maximum). Ces pratiques tarifaires semblent attractives et répondent aux ambitions des parcs relais affichées dans le cadre du PDU. A l'inverse, les autres parcs n'offrent aucun avantage spécifique : ils ne sont pas gardés et ne proposent pas de couplage avec les transports urbains, mais leur accès est gratuit. Ainsi, sur les six parcs existants, quatre ne sont en réalité que de simples parkings "classiques".

Les parkings gardés présentent l'avantage de proposer un nombre de places assez élevé, pourtant, leur fréquentation reste globalement modérée. Les parkings Margeride et La Pardieu sont les plus utilisés (avec respectivement 80 et 70% d'occupation en semaine), bien qu'ils ne bénéficient pas d'une offre spécifique pour l'usage des transports en commun. Les véritables parcs relais, Les Pistes et Henri Dunant, sont paradoxalement moins fréquentés (avec en moyenne un taux d'occupation de 25% en semaine). Les Pistes enregistre d'ailleurs une plus forte fréquentation le samedi qu'en semaine, montrant une moindre attractivité pour les déplacements domicile-travail. L'explication de cette situation pourrait résider dans leur emplacement. Le parc relais des Pistes est situé aux abords d'un carrefour souvent encombré et n'est donc pas vraiment attractif pour les usagers qui tentent d'éviter ce lieu sur leurs trajets quotidiens. Dans le cadre de l'enquête d'utilité publique sur le projet de tramway menée en 2002, la CCI de Clermont-Ferrand/Issoire s'interrogeait sur les problèmes que risquait générer le passage du tramway au carrefour des Pistes, saturé aux heures de pointe. Elle considérait que la réalisation d'un passage souterrain pour les voitures aurait permis de fluidifier la circulation. Quant au parc Henri Dunant, il se trouve trop proche du centre ville du point de vue de certains usagers (<http://transclermont.itrams.net/>) : ainsi, pour l'atteindre, les automobilistes doivent traverser des zones de circulation dense.

Face à ces incohérences, il semble utile que la totalité des parcs relais de l'agglomération clermontoise bénéficie d'une même politique de gestion.

Au sein des agglomérations de La Rochelle et de Limoges, les parcs relais présentent des caractéristiques assez différentes. Si à La Rochelle, le nombre total de dispositifs est moindre qu'à Limoges, les parcs présentent des avantages en termes de capacité notamment, mais aussi de desserte.

Comme prévu dans le PDU de 2000, l'agglomération de La Rochelle a réalisé des parcs relais. Un premier parc, Vieux Port, avait déjà été mis en service avant la validation du PDU (en juillet 1999), notamment dans le but d'inciter les touristes à emprunter les transports en commun pour se rendre au centre de La Rochelle. En 2010, trois parcs relais sont à la disposition des automobilistes, dont un (Les Greffières) ouvert tout récemment (figure 122) :

- Jean Moulin ou Vieux Port, avenue Jean Moulin : 650 places ;
- Vieljeux, rue des Gonthières à Lagord : 125 places ;
- Les Greffières, sur la commune de Lagord : 200 places.

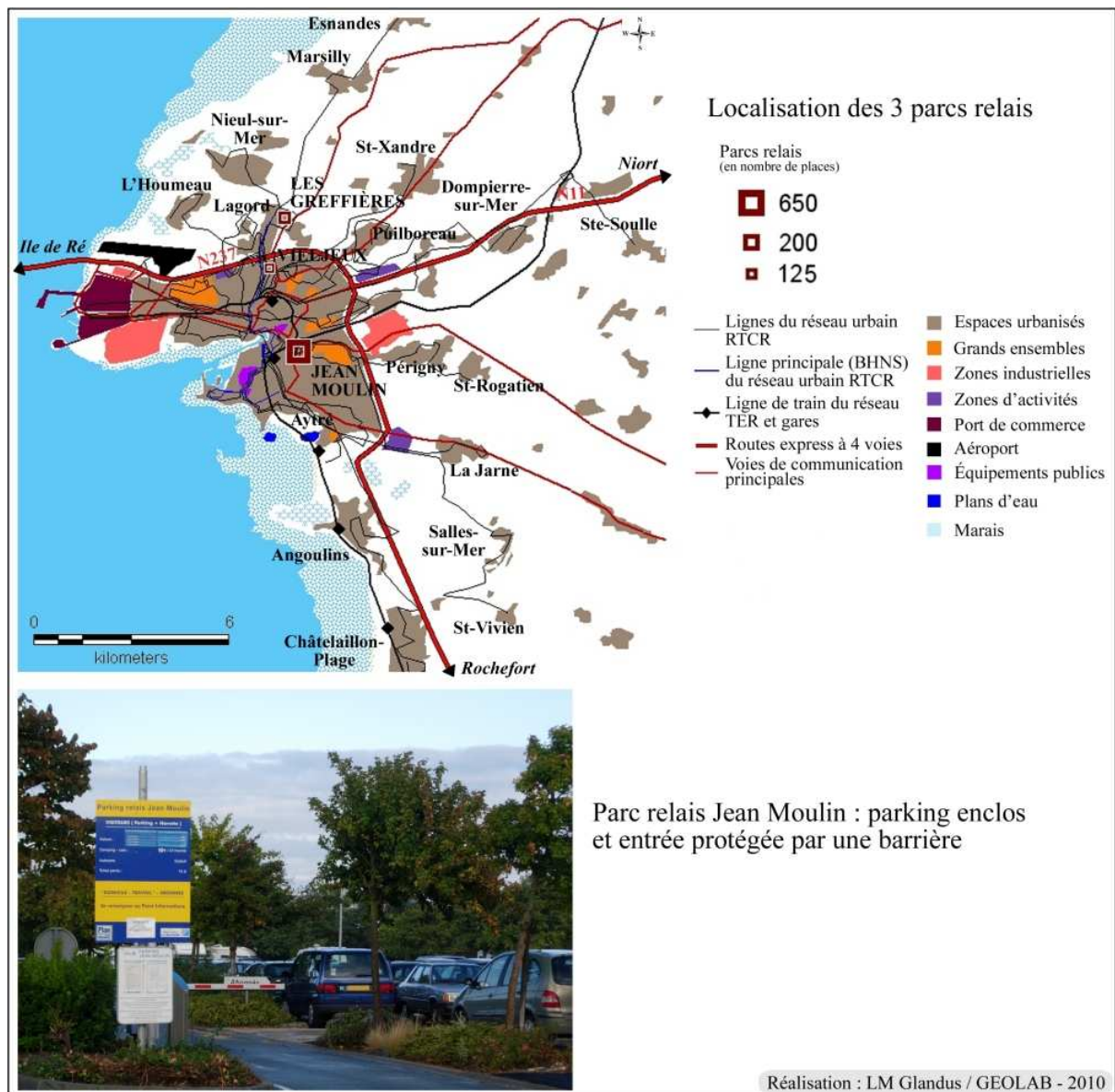


Figure 122 : Spécificités des parcs relais de La Rochelle
(Source : Communauté d'agglomération de La Rochelle, 2010 ; Photo : LM Glandus)

Au total, ce sont 975 places (soit 6,6 places pour 1 000 habitants de la communauté d'agglomération) qui sont proposées aux automobilistes, soit beaucoup moins que les 2 000 envisagées par le PDU. Le nombre de parcs paraît assez restreint, mais au regard du nombre de places par habitant, l'agglomération de La Rochelle présente une situation voisine de celle de Clermont-Ferrand. Toutefois, l'implantation des parcs présente des incohérences : trop proches, d'une part, du centre-ville, ils ignorent d'autre part l'est de l'agglomération et notamment l'accès à La Rochelle par la RN11. Le parc Jean Moulin, surveillé le jour, est relié au centre-ville par une rotation de navettes électriques gratuites passant toutes les 5 min en heure de pointe et 10 min en heure creuse (de 7h35 à 20h). Celles-ci desservent l'hôpital puis le Vieux Port, mais des arrêts supplémentaires peuvent être demandés. Ce parc relais bénéficie d'une bonne fréquentation avec 500 abonnés, et un renfort de desserte a dû être mis en place, notamment en période estivale. Durant le mois de juillet, le parc est d'ailleurs ouvert tous les jours de la semaine et 24h/24. Le parc Vieljeux (anciennement L'Hermitage)

fonctionne, quant à lui, comme les parcs relais classiques (tarif couplé avec l'usage des transports en commun). Mais ce parking, à la différence de celui de l'avenue Jean Moulin, est peu fréquenté. Il faut cependant préciser que le parc relais Jean Moulin profite d'une bonne indication : un fléchage existe sur les voies d'accès au centre-ville et sur la rocade (RN237) de contournement. En revanche, le parc relais Vieljeux n'apparaît pas sur les panneaux d'information. Quant au parc Les Greffières, son ouverture récente ne permet pas encore de tirer de conclusion relative à sa fréquentation.

En outre, un autre parc-relais devrait être ouvert en 2010 au nord de l'agglomération : Beaulieu sur la commune de Puilboreau (300 places). L'accroissement du nombre de places proposées devrait alors permettre de développer l'usage des parcs relais, *a priori* apprécié par les habitants car cette formule offre l'avantage de ne pas condamner totalement la voiture.

A Limoges, des parcs relais ont été développés depuis 2006 ; un parc (à Panazol) existait déjà avant 1996. Six dispositifs sont désormais proposés (figure 123) :

- Arcades, boulevard des Arcades : 115 places ;
- Aristide Briand, rue Aristide Briand : 38 places ;
- Route de Lyon, à Panazol : 27 places ;
- Romanet, sur le parc d'activités Magré-Romanet : 50 places ;
- Saint Lazare, aux environs de la nouvelle Clinique Chénieux et du golf de Saint-Lazare: 100 places ;
- La Cornue, à proximité d'Isle : 26 places.

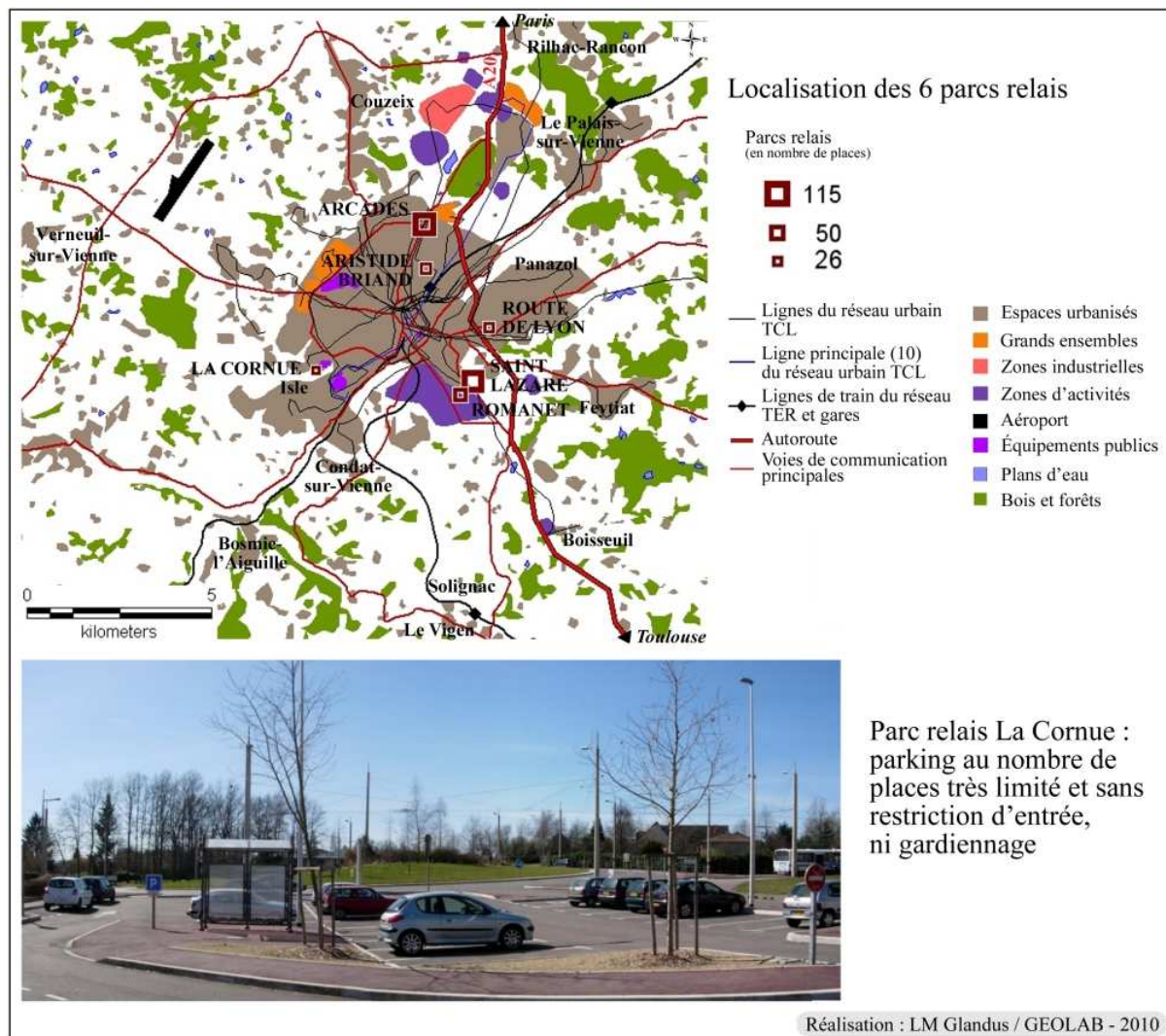


Figure 123 : Spécificités des parcs relais de Limoges

(Source : Communauté d'agglomération de Limoges, 2010 ; Photo : LM Glandus)

Un peu plus de 330 places sont ainsi proposées aux automobilistes (soit 1,7 places pour 1 000 habitants de la communauté d'agglomération). Le rapport entre le nombre de places et la population se révèle donc fortement inférieur à celui des agglomérations de Clermont-Ferrand et La Rochelle (6,3 ‰ en moyenne). Cette offre paraît assez faible au regard du nombre croissant d'habitants dans les communes de périphérie et les espaces excentrés. La localisation des parcs oublie également l'ouest de la commune où convergent pourtant des axes fréquentés, particulièrement par les personnes résidant à Couzeix ou Verneuil-sur-Vienne, communes voisines de Limoges mais n'appartenant pas à la communauté d'agglomération. L'incohérence de l'organisation de cette dernière révèle ainsi de nouvelles conséquences en termes d'aménagement urbain, qui ne s'orientent pas dans le sens préconisé de limitation de l'usage de la voiture. En outre, les boulevards circulaires sont en grande partie exclus (à l'exception du boulevard des Arcades au nord) bien qu'étant très fortement utilisés. Mais le succès de ces espaces de stationnement ne repose que sur la qualité de l'offre du réseau de transports en commun, dont il a déjà été montré qu'elle était insuffisante : les fréquences de passage sont jugées trop faibles par les usagers potentiels, de même que les vitesses de circulation, conséquence d'un nombre inadéquat de couloirs réservés

qui induit également des non respects d'horaires. La localisation de ces parcs relais peut également être discutée : situés non loin de l'hypercentre, les automobilistes qui s'y rendent doivent subir les ralentissements de la circulation. Une implantation plus éloignée serait donc plus judicieuse. En outre, Limoges peut aussi souffrir de la comparaison avec Clermont-Ferrand, qui propose également six parcs relais, mais dont le nombre de places est largement supérieur (chacun comptant entre 110 et 550 places).

Ainsi, en conséquence des multiples faiblesses de cette offre, la fréquentation des parcs relais de Limoges reste assez faible, à l'exception de celui de Panazol, qui existe depuis une dizaine d'années, mais dont le nombre de places est très réduit (27 places).

Pour améliorer la fréquentation de l'ensemble des parcs relais des trois agglomérations, pour l'instant globalement insuffisante, il serait donc nécessaire que des améliorations soient apportées. Non seulement les parcs relais nécessitent un tarif attractif, mais ils doivent également être facilement accessibles aux automobilistes et localisés à proximité de lignes de transports en commun performantes : des fréquences de passage élevées et une circulation en site propre. D'une part, le succès des parcs relais s'appuie en grande partie sur leur desserte et, de ce fait, sur l'offre des réseaux urbains de transports en commun. Un renforcement de l'offre en transports urbains, notamment à Limoges, aiderait vraisemblablement à une intensification de leur usage. D'autre part, les parcs situés trop près des centres urbains présentent un inconvénient lié au trafic pour les automobilistes : alors qu'un parc relais devrait permettre d'éviter les encombrements des voies de circulation et leurs conséquences (perte de temps et pollution), certains ne répondent pas à ce critère du fait d'une situation trop centrale. De ce fait, ils ne sont pas attractifs. De plus, ces parcs restent aussi fortement soumis à la concurrence des parkings traditionnels. Ces derniers présentent en effet l'avantage de se trouver à proximité immédiate des commerces et les automobilistes les préfèrent ainsi aux parcs relais, d'où la nécessité de coupler cette nouvelle offre intermodale avec une baisse du nombre de places de stationnement en centre-ville et de la positionner à la limite entre l'espace péri urbain et l'espace urbain dense. En effet, ce dernier concentre le trafic automobile en provenance des diverses communes périphériques et le report modal de la voiture aux transports en commun y permettrait une baisse de la densité de circulation. Enfin, ces améliorations doivent être accompagnées d'une signalisation pour les automobilistes et de la diffusion d'informations complètes sur ces dispositifs auprès du public, grâce à différents supports (brochures papier, site Internet, panneaux d'affichage). En effet, si les parcs relais sont indiqués sur les panneaux de signalisation à leurs abords, il faudrait étendre ces indications aux voies plus éloignées et empruntées par de nombreux automobilistes en provenance des communes de périphérie. En outre, une documentation plus développée que celle existante serait vraisemblablement utile : celle-ci, en précisant la localisation des parcs, les lignes de transports en commun desservies et les modalités d'utilisation, permettraient aux habitants d'avoir connaissance de leur existence. Sans informations, les personnes ignorent les services existants et n'y ont donc pas recours.

3.2.4. Un mode à promouvoir en interconnexion : le vélo

Afin de promouvoir le recours au vélo, l'usage couplé avec les transports en commun peut aussi constituer un atout et « un enjeu important pour les secteurs péri urbains où l'on minore systématiquement l'usage du vélo notamment de et vers les transports publics » (Loiseau, Laferrère, 2003). Le transport combiné vélo-transports publics est depuis peu considéré comme une alternative possible à la voiture. Il offre notamment les moyens permettant de résoudre l'un des principaux problèmes des transports publics : l'accessibilité

des arrêts et stations, le vélo étant plus rapide que la marche et plus flexible que les transports en commun.

D'une part, pour ce faire, les vélos doivent être autorisés à bord des véhicules urbains et les arrêts, stations et gares doivent proposer des équipements de stationnement. Mais cela est rarement le cas et pose des problèmes d'ordre pratique. Les vélos ne sont autorisés que dans le tramway de Clermont-Ferrand, avant 7h15 et après 18h30 du lundi au samedi, soit durant les périodes creuses, ainsi que le dimanche toute la journée. Cependant, les trains des réseaux de TER présentent l'avantage d'autoriser les vélos à bord, même si beaucoup d'utilisateurs de l'agglomération rochelaise considèrent que la capacité d'accueil est insuffisante (quatre postes), du fait d'un nombre élevé d'utilisateurs (<http://vivelevelo17.free.fr/>). De plus, cet intérêt a été renforcé par la mise en service, à l'automne 2009, de vélos-parcs sécurisés aux gares d'Aytré-Plage, Angoulins et La Rochelle Porte Dauphine. Ceux-ci permettent un stationnement au sein d'un enclos métallique sécurisé, protégé du vol et des intempéries (service gratuit pour les abonnés au réseau de transport publics et facturé 5€/mois pour les non abonnés). D'autres parcs doivent ensuite être mis en service, notamment sur le site de la gare centrale de La Rochelle, mais aussi à proximité des espaces fréquentés (entreprises, administrations, écoles, ...). Mais dans ce cadre, pourquoi ne pas avoir également proposé ce type d'équipements aux gares du centre de La Rochelle et de Châtelailillon ?

D'autre part, le vélo étant généralement entreposé au domicile de l'utilisateur, il est ainsi plus facile de l'utiliser en début d'itinéraire, pour rallier la station ou l'arrêt le plus proche. Au contraire, son usage est plus difficile à la fin du parcours, lorsqu'il s'agit de rejoindre son lieu de travail, d'études ou autres depuis les transports publics. La seule possibilité restante pour continuer à bicyclette à la sortie du bus ou du tramway jusqu'à sa destination finale serait donc de louer un vélo. Mais les points de location sont peu nombreux ou rarement situés aux arrêts de bus, et cela reste une solution assez coûteuse. Il a été vu qu'aucun dispositif de location n'existe à Limoges, où la pratique du vélo – de manière unique ou en intermodalité – n'est pas vraiment encouragée. Quant au système de location de Clermont-Ferrand, il présente l'inconvénient de ne proposer que deux stations seulement. De plus, ces agences ne sont pas localisées à proximité de la ligne de tramway, ce qui restreint la pratique de l'intermodalité. Au contraire, la multiplicité des stations de location à La Rochelle constitue un avantage. Dans une perspective d'intermodalité, l'agglomération de La Rochelle propose des services de location donnant la possibilité d'associer la bicyclette et le bus sur un même trajet et permettant de compenser l'interdiction des vélos à bord des bus (même s'ils sont acceptés à bord de tous les bateaux – passeur électrique et bus de mer – et des trains du réseau TER). Les stations de libre-service vélos de La Rochelle sont implantées sur des espaces où une intermodalité bus-vélo est possible. En outre, les abonnés au réseau de transports publics bénéficient d'une réduction sur l'abonnement à ce service. Toutefois, si le projet de développement de la ligne La Rochelle-Rochefort prévoyait de renforcer l'intermodalité train-bus/vélo à chaque gare et que des progrès ont été réalisés à ce sujet, des disproportions existent dans les équipements et une uniformisation de l'offre semble nécessaire. Aucune station de libre-service vélos n'a pour l'instant été implantée sur les sites des gares des trois communes desservies (d'Aytré-Plage, Angoulins et Châtelailillon-Plage).

Enfin, certaines stations de libre-service vélos à La Rochelle donnent également accès à une interconnexion voiture-vélo, train-vélo ou encore bateau-vélo : le parc relais Jean Moulin et les gares SNCF du centre de La Rochelle et de la Porte Dauphine, ainsi que la médiathèque et la bibliothèque universitaire. L'implantation de stations au niveau du parc relais Jean Moulin, situé en bordure immédiate du centre-ville et non loin du quartier des Minimes, rejoint ce qui a été développé aux Pays-Bas. Il peut ainsi être envisagé à Clermont-

Ferrand, mais aussi à Limoges, de développer des parcs à vélos en liaison avec les parcs relais, à l'image de ce qui est réalisé à La Rochelle et, dans une plus grande mesure, dans des villes néerlandaises. Chaque automobiliste changerait ainsi son véhicule automobile contre un vélo. Mais cette possibilité doit passer par l'extension ou l'instauration d'une offre de location de vélos, électriques *a fortiori*, compte tenu du contexte topographique de ces deux villes. On ne peut en effet négliger, une fois encore, l'importance des conditions topographiques et météorologiques sur la pratique du vélo.

Pourtant, l'usage combiné du vélo et des transports publics présente plusieurs avantages. Tout d'abord, il constitue une alternative à la voiture, compétitive pour des trajets de distances moyenne et longue, contribuant ainsi à la baisse de la pollution atmosphérique. Ensuite, ce système est à prendre en considération dans l'optique d'une meilleure équité sociale, étant utilisable par les personnes n'ayant pas les moyens financiers d'acheter une voiture. Enfin, ce système peut renforcer les performances économiques des transports publics, ayant le potentiel de leur amener un nouveau groupe d'usagers.

3.3. L'accès aux centres-villes face aux enjeux de fréquentation commerciale

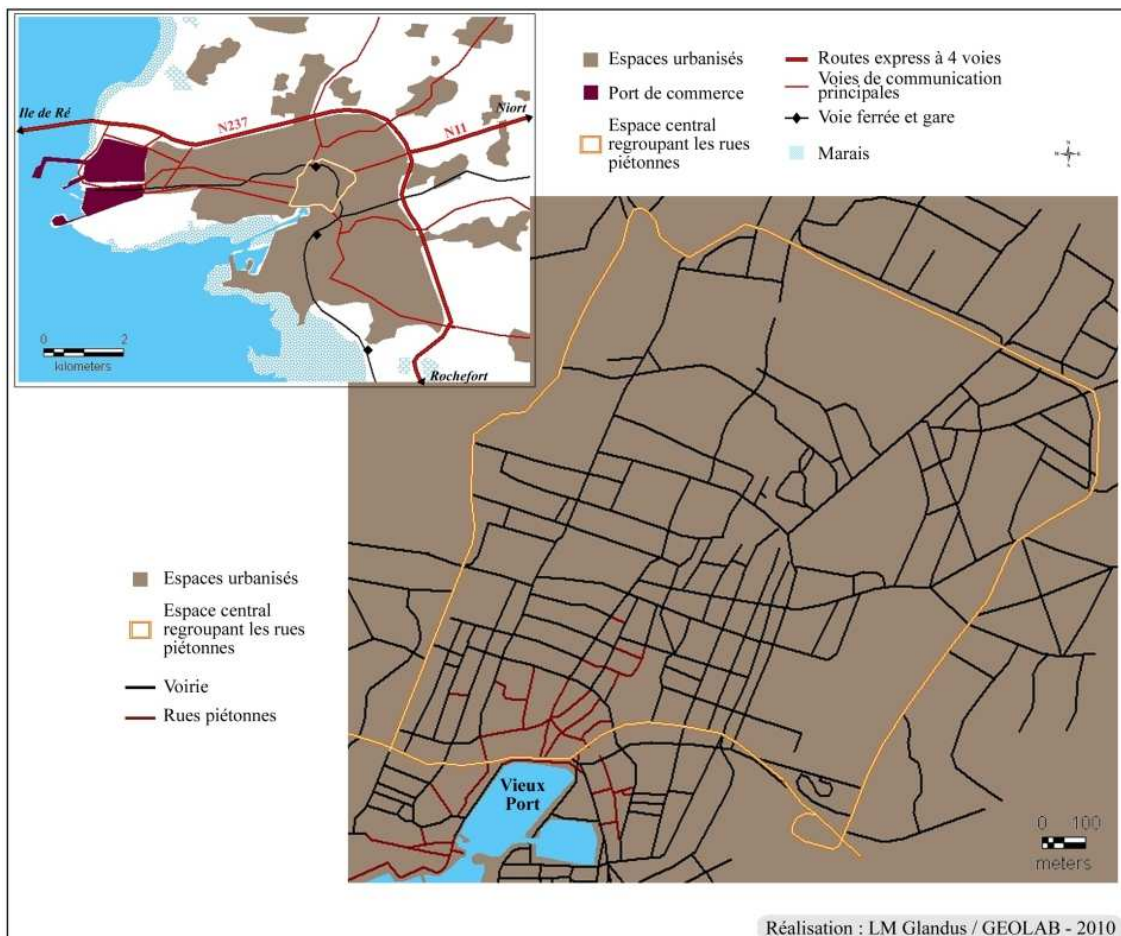
Les activités commerciales constituent un facteur d'organisation spatiale. Elles se sont organisées en fonction des modes de déplacement existants, notamment la voiture, et l'évolution des localisations, du centre-ville vers la périphérie, a généré la création de pôles (« centralités périphériques ») qui constituent désormais des enjeux d'aménagement urbain. Au sein des agglomérations existe donc un « complexe de centres » qui « associe des centres tant concurrents que complémentaires, localisés en des positions variées » (Lévy, Lussault, 2003). Les nouveaux pôles de centralités périphériques qui s'organisent autour d'équipements commerciaux s'opposent aux centres « classiques » marqués en France par une forte identité liée à l'Histoire et à une plus grande diversité d'activités. Cependant, les faits montrent que ces pôles périphériques tendent à dépasser le cadre commercial qui les a façonnés pour proposer d'autres activités. En témoigne l'implantation de complexes de cinémas et de salles de spectacles ou d'expositions (Zéniths à Limoges et Clermont-Ferrand, Grande Halle d'Auvergne à Clermont-Ferrand et Parc des expositions à Limoges). En termes de transport, ces espaces périphériques doivent bénéficier d'une bonne desserte en transports en commun, puisque étant attractifs pour la population. Mais cette conception vient s'opposer aux volontés de redynamisation des commerces situés en centre-ville qui doivent faire face à la concurrence des centres commerciaux, grandes surfaces de vente et complexes d'activités (tels que cinémas) excentrés.

L'usage de la voiture s'avère alors être au centre de cette compétition centre/périphérie : cette migration des activités commerciales a en effet été possible grâce à l'accroissement de la mobilité offerte par la voiture. La conception de ces espaces de vente s'est ainsi appuyée sur ce mode de transport. Au contraire, l'image de la voiture en centre-ville doit faire face à des visions contradictoires : synonyme de confort d'un côté, son usage nécessite le développement des parkings. Mais génératrice de nuisances, aussi bien en termes de pollution que de bruit, elle tend à être progressivement éloignée de l'hypercentre commercial, pour laisser la place aux espaces piétonniers permettant un meilleur confort et plus de sécurité dans les déplacements. A ce titre, le stationnement constitue la clé de la fréquentation du centre-ville : face à un nombre de places restreint et aux tarifs élevés s'opposent de vastes parkings gratuits, situés à proximité des magasins et un transport des achats aisé (caddies, proximité). Quelle politique est donc choisie pour la revitalisation des centres-villes en termes commerciaux ?

3.3.1. La piétonisation des centres urbains : un aménagement avantageux mais controversé

La piétonisation s'applique aux espaces où les piétons sont majoritaires et s'adapte particulièrement bien aux espaces centraux et denses, le long des principales rues commerçantes. Cet aménagement a généralement pour but de proposer une meilleure accessibilité et mobilité aux piétons, d'augmenter les activités commerciales du centre-ville et d'améliorer l'attractivité locale en termes d'esthétique, de pollution, de nuisances sonores et d'accidents impliquant des piétons. La piétonisation a donc pour objet de renforcer la fréquentation des centres urbains et de réanimer l'attrait historique de certains (Chiquetto, 1997).

La ville de La Rochelle a été la première en France à créer un secteur piétonnier, en 1975, avant d'être imitée dans les années qui suivent par de nombreuses autres communes, dont Limoges. Ce secteur regroupait sept rues dans l'hypercentre. Mais aujourd'hui, le centre historique comme le Vieux Port n'est pas totalement piétonnier, ceci constituant un inconvénient, en particulier dans un contexte touristique (figure 124). Le secteur couvre une superficie d'environ 2,25 km² et une semi-piétonisation des rues, couplant modes doux et bus, est envisagée à court terme. Il semble donc qu'une trop grande priorité est encore accordée aux voitures en centre-ville et sur son pourtour, en dépit d'aménagements destinés aux cyclistes et aux piétons.



La municipalité de Limoges a, elle, décidé dès 1976 de la création de voies piétonnes, dans le but d'améliorer le cadre de vie au sein de l'hypercentre. Cependant, ce secteur piétonnier reste assez restreint, avec seulement huit rues piétonnes principales (figure 125). Un projet d'extension de ce secteur est envisagé depuis 2006 mais aucune action concrète n'a été menée en 2008, et aucune date de réalisation n'est fixée. Il est en effet envisagé de développer les flux piétonniers dans l'hypercentre en reliant dans en premier temps la zone piétonnière de la place de la Motte (englobant les rues du Clocher et du Consulat) à la place de la République. Une augmentation de l'espace réservé aux piétons aurait probablement une influence positive sur l'attractivité du centre et la fréquentation des commerces : la majorité des commerçants y est favorable même si certains considèrent que cela ne représenterait pas un avantage pour eux.

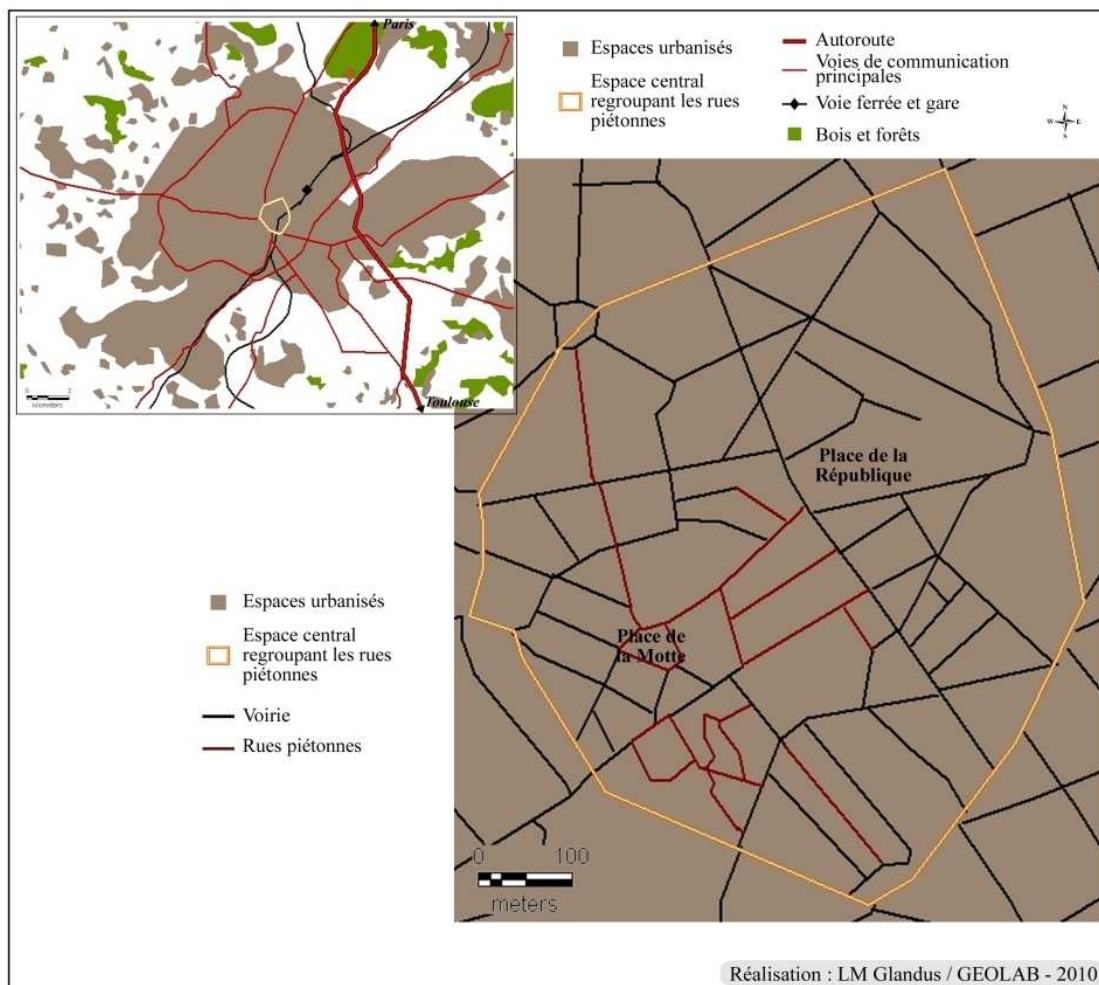


Figure 125 : Secteur piétonnier de Limoges

(Source : Ville de Limoges, 2009)

Sur la commune de Clermont-Ferrand, le secteur piétonnier s'étend sur une surface totale de 3,5 hectares et se répartit entre le centre historique et la place de Jaude (figure 126). L'extension des rues piétonnes est envisagée, les commerçants du centre-ville leur trouvant un potentiel attractif indéniable. Cet espace n'a été élargi qu'assez récemment, avec la mise en place du tramway. Ce qui constitue aujourd'hui le principal cœur commerçant de la ville, entre la place Gaillard et la place de Jaude, a été aménagé en zone piétonnière avec le passage

du tramway. La place de Jaude a été réaménagée et y a largement gagné : auparavant carrefour de lignes de bus, elle constitue désormais un vaste espace réservé aux piétons et longé par la ligne de tramway.

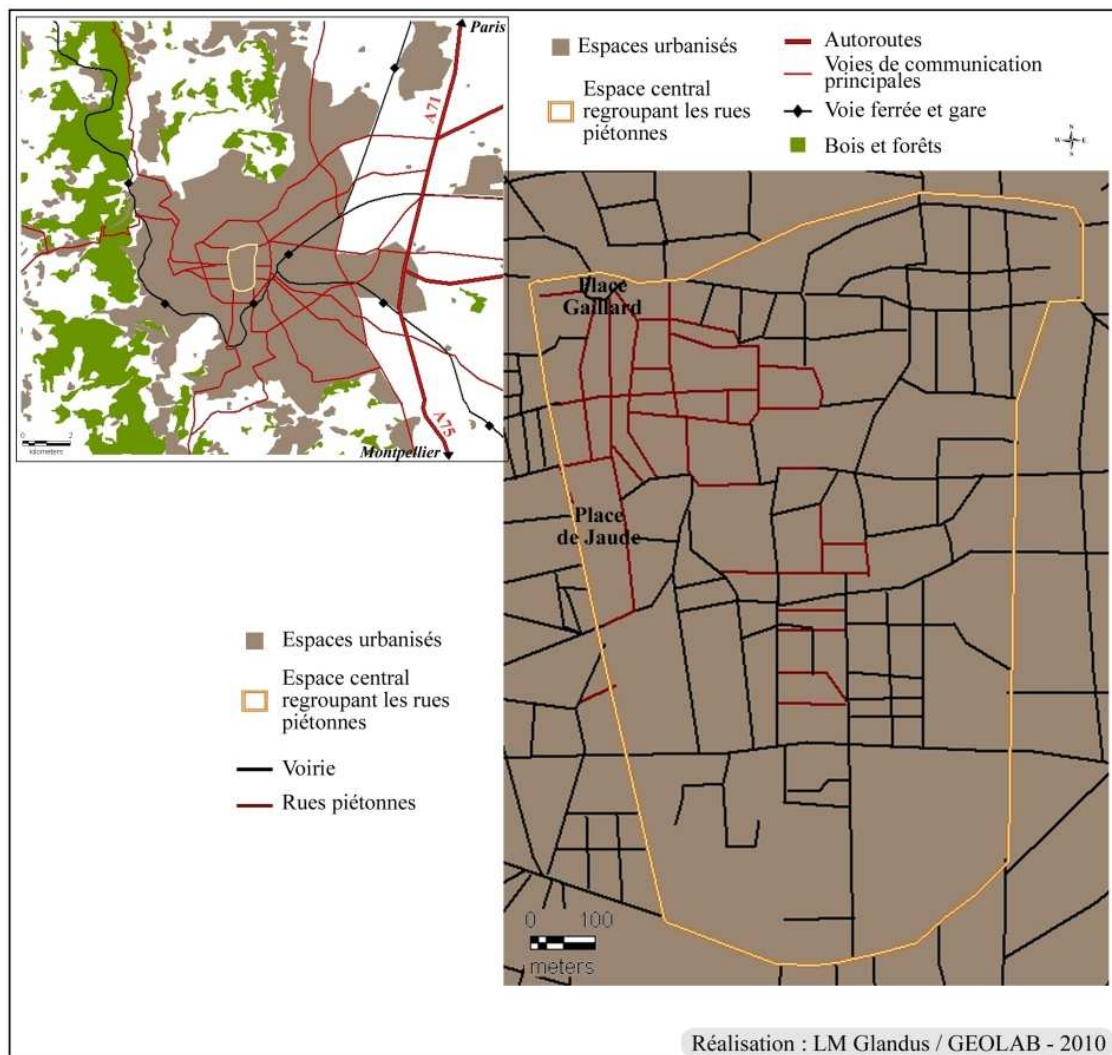


Figure 126 : Secteur piétonnier de Clermont-Ferrand
(Source : Ville de Clermont-Ferrand, 2009)

Les espaces piétonniers se localisent donc essentiellement dans les hypercentres, participant à la préservation de la qualité de vie au sein de ces espaces. Au-delà du confort que cela suscite pour les habitants et les visiteurs, il semblerait que la piétonisation ait des effets bénéfiques sur la qualité de l'air. Du 12 février au 16 mars 2008, l'association Atmo Auvergne a pris l'initiative de mener une campagne de mesure (à l'aide de son laboratoire mobile) sur la place Gaillard. Celle-ci, sur laquelle était auparavant implantée une station fixe de type trafic (jusqu'en mars 2005), subissait fortement le trafic automobile. Le passage du tramway a conduit la ville à la rendre en partie piétonnière : la restriction de trafic induite a donc pu avoir des effets sur les niveaux de pollution. Les valeurs enregistrées lors de cette campagne témoignent de changements notables. Avant sa piétonisation partielle et la mise en service du tramway, ce site présentait une pollution très marquée par le trafic automobile, alors que l'on note désormais une pollution proche de celle des stations de type urbain de

l'agglomération. Les teneurs en dioxyde de soufre, dioxyde d'azote et PM10 y étaient les plus élevées de l'agglomération et ont, depuis 2005, fortement diminué pour atteindre les niveaux moyens de l'agglomération (Atmo Auvergne, 2008). Pour comparaison, les concentrations moyennes en SO₂, NO₂ et PM10 sont respectivement de 1, 37 et 25 µg/m³ sur la période de la campagne de 2008, alors qu'elles s'élevaient à 6, 55 et 27 µg/m³ du 1^{er} janvier 1999 au 31 décembre 2004. La réorganisation du centre-ville qui a accompagné la mise en œuvre du tramway a donc eu un impact sur les niveaux de pollution, au sein des espaces dont les conditions de circulation ont été modifiées. Dans une étude menée sur la ville moyenne de Chester en Angleterre, Chiquetto (1997) a également constaté que la piétonisation avait eu des effets environnementaux bénéfiques pour les personnes fréquentant cet espace fermé à la circulation motorisée : en termes de pollution de l'air (les concentrations moyennes ont été réduites à Chester de 70 à 80%), mais aussi de nuisances sonores.

Cependant, la mise en place de rues piétonnes en centre-ville n'affecte généralement pas fortement le choix des modes de transport à l'échelle d'une ville et, *a fortiori*, d'une agglomération, et les effets bénéfiques se concentrent uniquement au sein du secteur rendu piétonnier. De plus, la piétonisation se révèle contraignante du point de vue de l'accessibilité aux automobilistes et génère souvent une hausse de la circulation aux alentours de la zone, représentant une augmentation du temps de trajet et de consommation de carburant (Chiquetto, 1997). A Clermont-Ferrand, la piétonisation du centre-ville, aux abords de la place Gaillard, a pour effet de repousser la circulation automobile vers les boulevards de première ceinture (Berthelot, Duclaux, A. Briand, J. Jaurès et Côte Blatin) qui sont déjà saturés par le trafic. Enfin, cette situation peut décourager certains automobilistes de fréquenter les rues piétonnes au profit des espaces plus accessibles situés en périphérie des villes. L'intérêt environnemental représenté par l'extension des espaces piétonniers doit donc faire face à l'hostilité de certains commerçants du centre-ville, qui redoutent la "fuite" des clients en direction des commerces périphériques et craignent que la piétonisation n'empêche la venue des personnes âgées ou à mobilité réduite.

3.3.2. Le principal corollaire des déplacements automobiles : le stationnement

Les déplacements automobiles ont comme principal corollaire le problème du stationnement, tout particulièrement en centre-ville, assez attractif. En effet, les centres historiques des villes correspondent aujourd'hui à des secteurs où dominant habitat, activités commerciales et administratives, auxquels s'ajoutent de grands équipements publics et culturels (médiathèques, musées, églises, ...). Le noyau commerçant se localise dans l'hypercentre, occupant une partie du réseau de rues héritées de l'époque médiévale. Même si des activités ont été déplacées vers les espaces périphériques, de nombreux commerces et services administratifs restent localisés dans le centre, ainsi que certains collèges et lycées. La création d'espaces piétonniers a permis un gain de qualité de vie ; mais l'organisation du stationnement doit aussi être particulièrement prise en compte dans les actions du PDU. Des modifications des règles de stationnement sont indispensables car, sans elles, l'usage de la voiture diminue difficilement, en dépit d'un réseau de transports collectifs performant en termes de rapidité et de fréquence (Noirjean, Merle, 2005). Or, la gestion du stationnement conduit rarement à un consensus, l'enjeu économique de fréquentation commerciale du centre-ville étant souvent mis en avant. Il est donc nécessaire de proposer des solutions permettant de satisfaire le plus grand nombre. De plus, la question de l'accès au centre-ville est accentuée par les problèmes de pollution, ceci renforçant la réflexion quant au stationnement et à ses enjeux. Comment exclure, ou limiter, la présence automobile en centre-

ville sans priver les commerces de leur clientèle, ou comment concilier environnement et économie ?

3.3.2.1. L'évolution des politiques de stationnement : outils d'aménagement urbain

Le stationnement des véhicules particuliers sur voirie a progressivement évolué depuis sa légalisation en juillet 1954, époque à laquelle il est encore gratuit (JMJ Conseil, 2003). Cependant, cette ouverture de la voirie au stationnement ouvre la porte à un conflit d'intérêt entre différentes catégories d'usagers : les résidents des centres urbains d'un côté, les migrants pendulaires et chalandes de l'autre. Les collectivités vont ainsi décider de hiérarchiser le stationnement. En 1960 sont créées les zones bleues, dont le but est de limiter la durée du stationnement (ceci s'opérant au moyen d'un disque que les automobilistes doivent apposer sur leur pare brise). Malgré tout, si l'objectif est ici de favoriser la rotation des véhicules, le stationnement reste un service gratuit. De plus, l'accroissement de l'offre en stationnement à partir des années 1950 (et surtout 1970) s'est traduit par la création de parcs en ouvrage, publics essentiellement, mais aussi privés dans le cadre de la construction de logements.

C'est en 1969 qu'apparaît pour la première fois l'autorisation d'un stationnement payant sur voirie. Le préfet de police de Paris considérait que la réglementation du stationnement était un moyen de « dissuader le plus grand nombre possible d'automobilistes de pénétrer dans la zone centrale de Paris ». Pour ce faire, il ne faut mettre « à la disposition des usagers qu'un nombre limité de places, et pour empêcher que ces places, même limitées, n'exercent un effet d'incitation, il faut cesser de les offrir gratuitement ». Ce discours, tenu il y a quarante ans, trouve aujourd'hui un écho avec les politiques mises en place. Après avoir considéré la voiture comme un mode "roi", les objectifs sont désormais de limiter son accès aux centres-villes via la restriction de l'offre en places et une dissuasion par le coût du stationnement. L'ère ne serait donc plus à une "adaptation de la ville à l'automobile", comme cela était à la mode dans les années 1960, mais à une prise en compte des nuisances suscitées par ce mode de transport et ainsi à un réaménagement de la ville "contre l'automobile".

Un tournant est marqué dans les politiques de stationnement dès 1973, année au cours de laquelle est instauré le Versement Transport dans les villes de plus de 100 000 habitants, ceci ayant pour vocation de développer les transports collectifs. A la fin des années 1970, le stationnement est considéré comme un outil d'aménagement urbain, intégré à la gestion des transports. Ce constat, nouveau à l'époque, est actuellement exprimé au sein des PDU. La volonté de promouvoir les transports en commun n'est donc pas nouvelle mais le fait qu'elle soit si présente aujourd'hui montre l'insuffisance des actions menées durant les trente dernières années.

Ces nouvelles considérations conduisent à repenser les politiques tarifaires de stationnement, en cohérence avec la promotion des transports en commun. Les rapports du CERTU sur le stationnement publiés entre 1978 et 1980 préconisaient une stabilisation quantitative de l'offre et une évolution de la réglementation. A cette époque, le stationnement des chalandes était privilégié, de manière à favoriser l'accès aux commerces des centres-villes. Dans ce cadre, le stationnement sur voirie était considéré comme prioritaire. Celui-ci s'est ainsi largement développé dans les villes françaises durant les années 1980 et est devenu de ce fait la clé des politiques de stationnement.

Désormais, on assiste à un changement d'orientation, conséquence des PDU prônant la réduction de la place de l'automobile. La politique s'oriente donc plutôt vers une diminution du nombre de places sur voirie et une hausse des tarifs pour une meilleure rotation des

véhicules et une dissuasion de l'usage de la voiture. De plus, la priorité accordée au stationnement des chalands a laissé la place à celle du stationnement des résidents depuis la loi SRU de 2000 (les mesures tarifaires ayant été légalisées en 1999). Enfin, dans le but de ne pas totalement décourager la venue des chalands motorisés en centre-ville, certaines municipalités ont instauré une tarification de courte durée pour le stationnement sur voirie.

Les municipalités, à qui revient la gestion du stationnement, ont donc plusieurs outils à leur disposition pour mener à bien la politique visant à la dynamisation économique des espaces centraux : la réglementation et la tarification, ainsi que l'évolution de l'offre sur voirie et en parcs.

3.3.2.2. Des objectifs communs centrés sur une augmentation du stationnement payant

La gestion du stationnement est généralement abordée à partir de trois catégories d'usagers : les résidents, les visiteurs et les pendulaires (Certu, ADEME, 2002). De ce fait, trois types de stationnement peuvent être identifiés et ressortent des PDU des trois agglomérations :

- le stationnement des résidents : celui-ci ne peut être interdit et suppose que soient aménagées des places de stationnement en lien avec les logements et que soient instaurés des tarifs préférentiels ;
- le stationnement courte durée : relatif aux achats ou aux loisirs, il est nécessaire aux activités du centre-ville car générateur d'activités économiques. Il doit donc être encouragé en permettant une bonne rotation des véhicules ;
- le stationnement longue durée : concernant les migrants quotidiens, il est le plus consommateur d'espace. Il doit être découragé par le biais d'une limitation des constructions de parcs de stationnement et d'une hausse des tarifs du stationnement sur voirie publique, accompagnée d'une limitation de durée.

Le renforcement de l'attractivité commerciale des centres-villes, qui doivent faire face à la concurrence des pôles commerciaux de périphérie, passe principalement par une modification de la politique de stationnement, avec comme méthode phare la rotation des véhicules par le biais d'un renforcement du stationnement payant et d'une limitation de durée. Les objectifs des politiques de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand sont ainsi similaires, les municipalités souhaitant donner la priorité au stationnement de courte durée et au stationnement des résidents. Le principal objectif consiste à repousser les migrants pendulaires vers les zones périphériques du centre-ville au moyen de la création de zones tarifaires pour le stationnement sur voirie. Le but est ainsi de favoriser la rotation des véhicules en dissuadant les immobilités de longue durée, réorientées vers les zones les plus éloignées de l'hypercentre, au profit du stationnement des chalands. Les véhicules visés sont ceux des personnes travaillant en centre-ville et devant ainsi stationner durant la journée entière. En pratique, ces politiques de stationnement s'opèrent au moyen d'une réduction du nombre de places en centre-ville. Même si cela ne répond pas à un projet officiellement affiché, cette diminution s'est naturellement effectuée (et doit être amenée à se renforcer) grâce aux aménagements des nouvelles voies de circulation, qui prennent désormais en compte les divers modes de déplacement, laissant de ce fait moins d'espace pour le stationnement. En outre, l'objectif est de supprimer progressivement les places encore gratuites du centre-ville. La mise en place d'un stationnement payant dans sa totalité pourrait

dissuader les habitués (qu'ils soient travailleurs ou clients des commerces) d'utiliser l'automobile et les conduirait ainsi vers l'usage des transports collectifs.

Les espaces de stationnement payant se sont donc étendus, des systèmes de modulation des tarifs sur voirie ont été instaurés et le nombre de places de stationnement courte durée a été accru.

Les villes de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand possèdent respectivement 3 000 (soit 20,4 places pour 1 000 habitants de la communauté d'agglomération), 3 434 (soit 18,2 ‰) et 5 250 (soit 18,9 ‰) places de stationnement payant sur voirie. Au regard de la population de chacune des trois agglomérations, le nombre de places est sensiblement similaire, même si La Rochelle possède une quantité légèrement plus importante. Ces emplacements se répartissent, au sein des centres-villes, en plusieurs zones tarifaires et selon des limitations de durée variables (tableau XXII). Les tarifs augmentent à l'approche des hypercentres, correspondant aux zones où se concentrent commerces et patrimoine historique ou culturel ; la limitation de durée y est réduite, dans le but de dissuader les automobilistes de se rendre dans ces espaces et de favoriser la rotation des véhicules. Au contraire, les emplacements plus excentrés sont destinés aux stationnements de moyenne et longue durées.

Tableau XXII : Réglementations du stationnement payant sur voirie

(Sources : Villes de La Rochelle, Limoges, Clermont-Ferrand, 2009)

	Zones	Tarifs	Limitations
La Rochelle	Orange	1,20 €/heure	2 heures
	Verte	0,40 €/heure	4 heures
Limoges	Bleue	1,20 €/heure	2 heures
	Orange	0,90 €/heure	2 heures
	Verte	0,40 €/heure	Aucune
Clermont-Ferrand	Violette	1,50 €/heure	2 heures
	Rouge	1,20 €/heure	2 heures
	Orange	0,90 €/heure	3 heures
	Verte	0,60 €/heure	10 heures
	Bleue	0,50 €/heure	10 heures

En sus des emplacements sur voirie, des parcs sont également présents en centre-ville, gérés par les municipalités elles-mêmes ou par des sociétés privées (figure 127). La ville de La Rochelle propose 1 210 places (soit 8,2 places pour 1 000 habitants de la communauté d'agglomération) au sein de deux parcs en ouvrage et un parc en enclos en centre-ville. A Limoges, il existe six parcs en ouvrage dans le centre de la ville, proposant un total de 2 522 places (soit 13,3 ‰) : trois localisés dans l'hypercentre et trois situés en limite de la première ceinture de boulevards, auxquels s'ajoute le parking aérien longue durée Winston Churchill, aménagé en remplacement de la zone de stationnement gratuit du Champ de foire. Enfin, le centre de Clermont-Ferrand propose 3 500 places (soit 12,6 ‰) réparties sur 13 parkings, ceux-ci étant en majorité des parcs couverts situés en hypercentre, à proximité des espaces commerçants de la ville (place de Jaude et centre commercial, cathédrale, marché Saint-Pierre). Quatre d'entre eux sont gérés par la société privée Vinci Park.

Au total, entre le stationnement sur voirie et les parcs en ouvrage, les nombres de places proposés par les trois agglomérations sont très voisins, variant entre 14,3 places payantes pour 1 000 habitants à La Rochelle et 15,75 à Limoges et Clermont-Ferrand.

La Rochelle présente donc, *a priori*, une situation légèrement plus favorable aux dispositions des PDU.

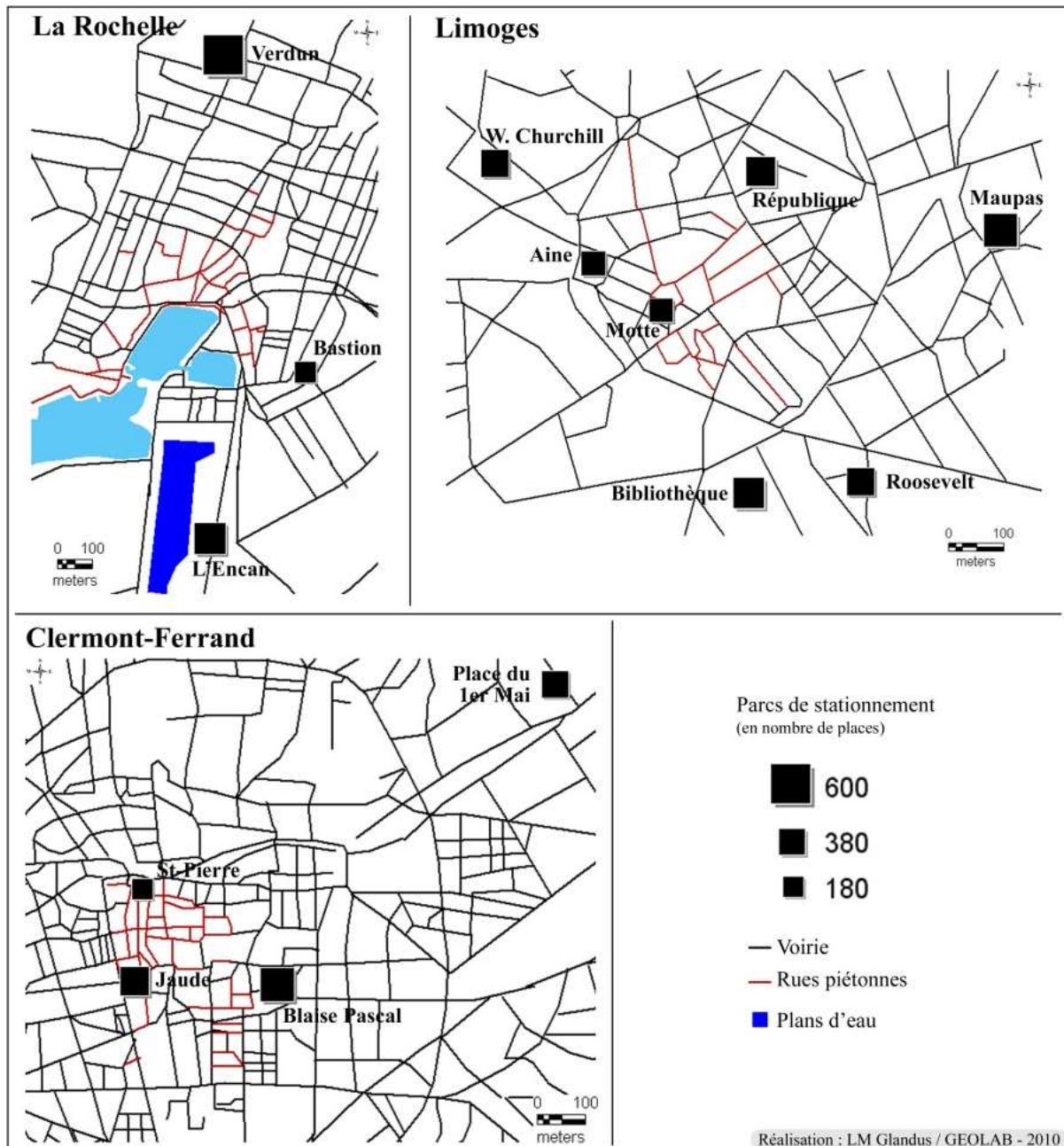


Figure 127 : Parcs de stationnement des centres-villes de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand

(Sources : Ville de La Rochelle, 2009 ; Vinci Park, 2009)

La totalité de ces parcs est donc située au sein des centres urbains et la plupart d'entre eux voisine avec les hypercentres commerciaux et les espaces piétonniers. Seuls quelques uns présentent une localisation plus excentrée (comme notamment le parc de la place du 1^{er} Mai à Clermont-Ferrand et, dans une moindre mesure, le parc de l'Encan à La Rochelle), plus favorable à la protection des centres du point de vue environnemental.

Tableau XXIII : Parcs de stationnement au sein des espaces centraux
(Sources : Ville de La Rochelle, 2009 ; Vinci Park, 2009)

	Parcs	Places	Tarifs
La Rochelle	Verdun	600	0,60 €/heure
	Bastion	200	0,40 €/heure
	L'Encan	410	0,80 €/heure en hiver (octobre-mars) 0,90 €/heure en été (avril-septembre)
Limoges	République	432	1,20 €/heure
	Motte	300	1,20 €/heure
	Aine	320	1,20 €/heure
	Maupas	550	1,50 €/1h20
	Roosevelt	420	1,00 €/heure
	Bibliothèque	500	1,00 €/1h10
	Winston Churchill	380	0,40 €/heure
Clermont-Ferrand	Blaise Pascal	385	1,30 €/heure
	Jaude Vercingétorix	292	1,30 €/heure
	Saint-Pierre	180	1,30 €/heure
	Place du 1er Mai	280	1,00 €/heure

En outre, afin de redynamiser la fonction résidentielle du centre-ville, le stationnement des habitants est privilégié grâce à l'instauration de tarifs préférentiels. Ceux des trois espaces centraux bénéficient de "cartes résidents", valables dans leur secteur d'habitation. Cependant, les pratiques tarifaires sont divergentes. La ville de Clermont-Ferrand affiche le tarif le plus attractif : 0,50 euro par jour. Quant à la municipalité de La Rochelle, elle propose aux résidents de stationner au tarif de 1 euro par jour. Mais cette offre n'est proposée que sur les voies situées en zone verte et non en hypercentre. Enfin, la politique la moins attractive est mise en évidence à Limoges : même si le montant des abonnements mensuels a diminué depuis le 1^{er} juillet 2008 (14 euros par mois contre 20 euros auparavant), le tarif journalier, qui s'élève à 1,50 euro, est le plus élevé des trois villes.

Cependant, face aux tendances des politiques urbaines actuelles de diminuer l'accès automobile du centre-ville s'opposent des projets contradictoires. La CCI de Clermont-Ferrand/Issoire affiche une opinion quelque peu différente et souhaite de son côté protéger l'attrait des commerces de l'hypercentre. A ce titre elle exprimait, dans l'enquête d'utilité publique préalable à la mise en place du tramway, son souhait de voir renforcer les accès et les offres de stationnement à proximité de l'hypercentre. D'ailleurs, la réalisation d'un nouveau parc en ouvrage est prévue à Clermont-Ferrand, à l'emplacement du futur centre commercial Carré Jaude 2, au cœur de l'hypercentre. De plus, on peut constater qu'un parc en ouvrage existe place du 1^{er} Mai et voisine, de ce fait, avec le parc relais du même nom. Cette situation constitue une incohérence, d'autant plus que les avantages de ce parc relais ont été remis en question en juin 2009 suite à un transfert de gestion. A La Rochelle, les orientations tarifaires de la politique du stationnement témoignent d'une situation paradoxale. En effet, alors que la ville s'est investie depuis de nombreuses années dans le développement des transports alternatifs à la voiture, elle propose actuellement des tarifs de stationnement plus attractifs qu'à Limoges et surtout qu'à Clermont-Ferrand (tableau XXIII), et envisage même d'étendre son offre avec la réalisation de deux nouveaux parkings (le parking Saint-Nicolas, au sud du Vieux Port, à proximité du bassin des chalutiers et de l'Aquarium, et le parking

Notre-Dame, au nord-est du centre-ville). Si aucun projet de construction n'est en cours à Limoges, le parc en ouvrage du Maupas a cependant été réalisé en 2005, dans un contexte de volonté de limiter le stationnement dans l'espace central.

Si les PDU expriment la volonté de diminuer l'offre de stationnement, les aménagements concrets montrent une évolution inverse. La construction effective ou projetée de nouveaux parcs de stationnement en centre-ville, aussi bien à La Rochelle qu'à Limoges et Clermont-Ferrand, témoignent d'un manque d'engagement dans le sens d'une restriction de l'accessibilité routière et du trafic automobile dans les espaces centraux. La réalisation des parkings a d'ailleurs été plus rapide que celle des parcs relais ou des infrastructures de TCSP.

3.3.2.3. L'échec des politiques de stationnement : l'exemple de Limoges

Pour le service Circulation et Stationnement de la mairie de Limoges, la fréquentation des parkings est satisfaisante et montre que les parcs les plus centraux (Motte, République et Aine) sont les plus fréquentés. Les parcs de la Motte et de la République, localisés à proximité immédiate des commerces, rencontrent un succès bien plus important que les autres, alors que les coûts y sont parmi les plus élevés. En outre, l'observatoire du stationnement a noté une augmentation de l'utilisation des six parkings souterrains en 2005 de l'ordre de 1%, ceci témoignant d'un accroissement du trafic automobile actuel.

L'occupation des parcs et des emplacements sur voirie montre la place importante que tient la voiture à Limoges. Les enjeux environnementaux semblent ainsi ne pas être négligeables, sachant que la pollution de l'air et le bruit occasionnés par un déplacement en automobile sont dix fois plus élevés que pour le même en transports en commun. Mais cette utilisation fréquente de l'automobile est-elle due à une faiblesse de la prise de conscience des citoyens de la responsabilité de chacun dans la pollution atmosphérique ou à des lacunes dans les réseaux de transports en commun ?

Les observations de la municipalité laissent envisager que le centre-ville ne rebuterait pas encore une grande part des automobilistes. A ce titre, les résultats de l'enquête (Glandus, 2006) permettent de confirmer cette hypothèse. En effet, les coûts des parkings et leur encombrement fréquent ne dissuadent que 41% des personnes d'utiliser leur automobile. Ainsi, 59% des habitants de l'agglomération préfèrent, pour rallier le centre-ville, l'utilisation de la voiture, et son corollaire le stationnement, à celle des transports en commun ou de la marche. Parmi eux, une très large partie (98%) invoque de nouveau la supériorité de l'automobile sur les transports en commun en termes de commodité. La plupart des automobilistes provenant des communes de la périphérie et de Landouge, appartenant à la zone dite "banlieue" de Limoges, explique son choix par les lacunes des réseaux de transports urbains. Enfin, certains avancent également que les coûts du stationnement en ville sont inférieurs à ceux des transports en commun, cette situation accordant encore à la voiture un avantage supplémentaire.

En outre, il apparaît que les comportements face au stationnement sont en parfait accord avec ceux des déplacements. En effet, la plupart des habitants des communes périphériques et de la banlieue de Limoges, reconnaît fréquenter les parcs payants et ainsi utiliser son véhicule personnel pour se rendre au centre. Seuls les espaces central et péri central de Limoges regroupent une majorité de résidents que le stationnement en centre-ville rebute. Quant aux habitants de la zone industrielle, ils semblent être assez partagés face à ce problème. La population du centre et du péri centre de Limoges serait donc plus disposée à utiliser des modes de transport différents de l'automobile et éviter de ce fait l'encombrement et les relatives difficultés du stationnement. Mais ces personnes bénéficient, elles, d'une offre

de transports alternatifs de meilleure qualité. Ces comportements prouvent cependant que le véhicule automobile n'est pas, dans tous les cas, indispensable pour la fréquentation du centre-ville, en dépit des observations faites par une partie des habitants de l'agglomération. Pour beaucoup, en effet, usage des transports collectifs et réalisation d'achats ne peuvent se combiner de façon pratique.

Ces résultats confirment et illustrent bien la situation dans laquelle se trouve la ville de Limoges, et corroborent ce qui est aussi observé à La Rochelle et Clermont-Ferrand : la voiture y occupe une place prépondérante. Il semble que les espaces de stationnement payant ne possèdent pas une part de dissuasion suffisamment importante pour parvenir à limiter la circulation, une majorité d'habitants n'étant pas rebutée par le coût actuel des parkings centraux. De même, les modes de transport alternatifs à la voiture ne semblent pas être assez attractifs pour inciter les automobilistes à abandonner plus souvent leur véhicule. En effet, non utilisation des parkings ne signifie pas toujours non utilisation du véhicule particulier. Une partie des habitants de Limoges et des communes périphériques, si elle ne fréquente pas les parcs ou places payantes sur voirie, a tout de même recours à la voiture pour se rendre au centre-ville. Ces personnes choisissent de combiner le stationnement sur des emplacements gratuits, par conséquent plus éloignés de l'hypercentre, et la marche à pied. Mais dans ce cas, l'automobile reste malgré tout utilisée, aux dépens des transports en commun notamment.

Toutefois, la situation actuelle paraît positive pour la fréquentation du centre et son dynamisme commercial. Quant à la forte présence des voitures qui transparaît dans les résultats de l'enquête, elle n'apparaît pas conforme à ce qui peut être attendu pour une diminution de la pollution de l'air en milieu urbain. Combiner fréquentation du centre-ville et diminution de la circulation automobile, tel semble alors être le défi actuel de l'urbanisation.

L'élévation du coût du stationnement peut s'avérer être une méthode de dissuasion de l'usage de l'automobile en centre-ville et doit favoriser la rotation des véhicules et donc une meilleure accessibilité aux places de parking, ainsi qu'un gain de temps. Mais cela peut également dissuader la venue des chalandes au sein des centres urbains, qui souffrent de plus en plus de la concurrence des pôles commerciaux de périphérie : face aux inconvénients inhérents au centre-ville (stationnement payant, encombrements, ...), certains habitants délaissent les commerces centraux et leur préfèrent les zones commerciales périphériques, plus facilement accessibles, alliant un stationnement simple et gratuit à une diversité commerciale croissante.

La restriction de l'offre de stationnement au sein des espaces centraux, et donc de l'usage de la voiture, peut, certes, sembler aller à l'encontre du développement des commerces centraux, dont le gage de fréquentation repose sur l'accessibilité. Mais cette dernière doit également passer par l'usage des transports alternatifs à la voiture, en particulier les transports collectifs, à condition que l'offre soit suffisante et financièrement avantageuse, à la fois pour les chalandes et pour les travailleurs. Dans ce cadre, cette solution semble être la meilleure pour la qualité environnementale des centres urbains, ceci pouvant les valoriser et, ainsi, favoriser leur fréquentation.

Comme cela est valable pour les restructurations de la voirie, des mesures compensatoires en matière de transport doivent donc être proposées, aussi bien sur les lignes des communes centres que celles desservant les communes périphériques. Or, les offres actuelles de modes de transport alternatifs à la voiture sont, dans les trois agglomérations et à Limoges surtout, largement insuffisantes pour permettre le maintien d'un bon niveau de fréquentation avec une utilisation modérée des véhicules particuliers. Les modifications apportées jusque là dans le domaine tarifaire du stationnement semblent pour l'instant s'affranchir d'une évolution du réseau urbain de transports en commun. Les personnes

travaillant au centre risquent donc de se trouver dans une situation de plus en plus difficile : aucune alternative ne leur est proposée face à l'augmentation du coût lié à l'utilisation de la voiture. En outre, il peut être envisagé de proposer une gratuité pour les stationnements de courte durée (30 minutes par exemple, voire un peu moins) afin de faciliter l'arrêt temporaire des personnes souhaitant retirer un achat encombrant par exemple. Ce système existe seulement à La Rochelle, où une gratuité est proposée pour les stationnements de courte durée, aussi bien sur voirie qu'au sein des parcs (20 min en zone orange et 40 min en zone verte).

En effet, il semble, dans un premier temps, impossible de pénaliser toute utilisation de la voiture, et les changements des comportements ne peuvent se réaliser que dans le cadre d'un développement progressif. Face à ces bouleversements, le développement des transports publics, et plus particulièrement des Transports en Commun en Site Propre (TCSP), apparaît comme incontournable, afin qu'à une baisse de la fréquentation automobile, conséquence des nouvelles zones tarifaires de stationnement, soient associés des modes de transport proposant les plus grandes liberté et autonomie possibles. Les commerçants ne sont pas toujours enthousiastes à l'annonce de la construction d'une infrastructure de TCSP, car cela peut induire tout d'abord un manque à gagner pendant la période de travaux et conduit ensuite à une rétractation de l'hypercentre générant un manque de places de stationnement et des problèmes de livraison (Desse, 2001). Mais à Clermont-Ferrand, la desserte du tramway a été bénéfique aux commerces du centre-ville. Sa mise en service a contribué à la redynamisation du centre qui était fui depuis plusieurs années et les commerçants se disent satisfaits. La construction en cours d'un deuxième centre commercial témoigne de ce dynamisme retrouvé.

3.4. Des améliorations nécessaires à mener sur plusieurs fronts

Les PDU de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand ont pour vocation première de limiter la place de l'automobile au profit de modes de déplacement tels que les transports en commun, la marche et le vélo. L'aménagement idéal semble résider dans un partage de la voirie, afin d'assurer à chaque usager une place correcte en offrant confort et sécurité aux piétons et cyclistes, ainsi qu'accessibilité à l'ensemble des usagers des transports publics. Mais les aménagements engagés par chacune des trois communautés d'agglomération se révèlent encore insuffisants pour concurrencer l'automobile. De façon générale, et plus particulièrement à Limoges, la politique de transports n'est pas suffisamment orientée vers les modes alternatifs, les réseaux de transports en commun présentant des lacunes et les pistes cyclables comme les zones piétonnières étant encore trop rares. Les axes sont donc actuellement réservés en très grande partie aux voitures. Une telle configuration ne peut qu'aboutir à la situation de déplacements constatée, où les automobilistes sont majoritaires. La plupart des trajets domicile-travail (plus de 70%) est réalisée au moyen de la voiture, qui reste très présente au sein des centres urbains. Ces pratiques posent donc des problèmes de plus en plus aigus aux yeux des populations elles-mêmes (résidentes ou non en centre-ville), comme à ceux des aménageurs. Seuls des aménagements découlant d'une politique de transport fidèle aux volontés des PDU peuvent modifier les habitudes, par dissuasion ou par obligation.

3.4.1. Un manque de compétitivité des transports en commun urbains

En termes de transports en commun, les principales lacunes des trois réseaux urbains sont liées à un manque de desserte des espaces peu densément habités, à des fréquences de passage parfois insuffisantes et des horaires ne couvrant pas toutes les attentes des

populations. En particulier, les passages sont globalement trop rares en soirée, mais également les samedis, alors que ces journées sont assez concernées par les déplacements à but d'achats ou de loisirs. Chacun des réseaux se focalise sur un territoire bien défini, correspondant aux espaces les plus denses en termes d'habitat et, notamment, aux centres-villes. Au contraire, les zones d'activités situées en périphérie restent très fortement ancrées dans un principe d'accessibilité automobile et certaines sont oubliées des réseaux de transports urbains. De plus, le mode collectif pâtit d'une vitesse de circulation trop lente, qui induit des trajets plus longs qu'en voiture. Les constatations faites à Clermont-Ferrand par l'observatoire des effets du tramway, créé lors de la mise en service de ce dernier, sont assez symptomatiques de ce qui a pu être constaté sur les trois agglomérations. Il y apparaît que les temps de parcours ont été améliorés pour les véhicules circulant vers le centre-ville de Clermont-Ferrand : une baisse a en effet été mesurée entre 2002 et 2008, alors que ces temps ont stagné sur la même période pour les déplacements des communes de la première couronne et ont augmenté pour les communes de la deuxième couronne. Cette situation témoigne des inégalités de traitement existant dans la desserte en transports de l'agglomération. L'espace urbain dense situé sur la commune centre et sa périphérie proche est privilégié aux dépens des communes plus excentrées et moins densément peuplées, qui doivent faire face à une baisse du nombre de passages et un accroissement de la durée des trajets. Ceci entraîne logiquement une perte du potentiel concurrentiel des bus face au véhicule particulier : alors qu'en voiture, la quasi-totalité des communes de l'agglomération est située à moins de 15 min du centre-ville (Observatoire des Déplacements), la plupart des trajets en transports en commun dépasse 20 min, voire 30 min.

Cependant, les agglomérations de La Rochelle et de Clermont-Ferrand ont entrepris des améliorations de leurs réseaux respectifs beaucoup plus notables qu'à Limoges. Ces efforts permettent de proposer des passages plus nombreux et une desserte plus étendue en direction de la périphérie, ainsi qu'un confort et une vitesse de circulation supérieurs. Deux lignes se distinguent tout particulièrement par leurs atouts en termes de fréquences et rapidité : la ligne de tramway à Clermont-Ferrand et la ligne de BHNS (Bus à Haut Niveau de Service) à La Rochelle. Le réseau de Limoges souffre, lui, d'une très faible desserte des communes périphériques, d'attentes trop longues entre les passages des véhicules et d'un manque de voies de Transports en Commun en Site Propre (TCSP) ; le contraste avec les réseaux de La Rochelle et Clermont-Ferrand est alors très fortement marqué.

Pour les trois agglomérations, enfin, la coopération entre les Autorités Organisatrices des Transports Urbains (AOTU), chargées de l'organisation des transports au sein des territoires urbains (communautés d'agglomération, conseils régionaux et généraux), s'avère insuffisante pour permettre une couverture optimale des aires urbaines et l'intermodalité. Le manque de coordination entre les réseaux et les modes de déplacement ne permet pas, en effet, de faciliter les correspondances pour les usagers. De façon générale, les parcs relais, destinés à l'intermodalité voiture-transports en commun, souffrent d'une mauvaise localisation, trop proche des centres-villes, et sont même insuffisants en nombre comme en taille à Limoges. Seule l'agglomération de La Rochelle se distingue par son avance : les partenariats établis à l'échelle de son département couvrent un espace bien plus vaste qu'à Limoges et Clermont-Ferrand, et touchent à l'ensemble des modes de transport disponibles (trains, cars, bus, bus de mer, passeur électrique et vélos). L'intermodalité s'y trouve, en outre, favorisée par l'implantation de stations libre-service vélos et de vélos-parcs sécurisés aux gares SNCF.

Toutes ces observations témoignent donc d'un manque crucial de compétitivité du mode de transport collectif face à l'automobile et des limites de la péri urbanisation désordonnée. Deux principales réponses peuvent alors être apportées à ce problème : une amélioration des offres de transports en commun, en tenant compte des habitudes et des

attentes formulées par les habitants, et une prise en compte des enjeux issus de la périurbanisation, en visant à y faire face en alliant l'évolution de la morphologie urbaine à celle du maillage des réseaux de transports en commun.

3.4.1.1. Des réseaux de transports devant s'adapter aux besoins des habitants

Il paraît indispensable que des améliorations soient apportées aux offres actuelles afin de rendre les transports publics plus attractifs au regard des automobilistes et de proposer des modes vraiment concurrentiels face aux atouts de la voiture. Préconiser l'abandon du mode individuel nécessite des solutions alternatives proposant des avantages proches de ceux qu'apporte la voiture particulière. Comme vu précédemment, toutes ces améliorations doivent porter sur la desserte, la fréquence, la vitesse de circulation, le coût et le confort, mais aussi la commodité des correspondances. Les mauvaises correspondances apparaissent en effet comme un obstacle majeur empêchant le recours régulier aux transports publics (De Witte et *al.*, 2008).

Dans le cadre de l'influence notable de la circulation automobile urbaine sur les niveaux de pollution mesurés, et plus particulièrement sur les variations hebdomadaires de la pollution (observées en deuxième partie), il paraît judicieux que les réseaux de transport en commun adaptent leurs offres aux tendances générales de déplacements et donc, de pollution.

L'Enquête Ménages Déplacements menée sur l'agglomération de Limoges révèle des contrastes dans le nombre de déplacements en voiture selon les jours de la semaine : la mobilité de la population augmente au fur et à mesure de l'avancement de la semaine. Elle est la plus faible le lundi et culmine le vendredi, après une légère baisse le mercredi. Ces conditions de circulation variables entraînent des niveaux de pollution eux aussi fluctuants d'un jour à l'autre. A ce titre, les résultats de l'enquête relatifs aux flux de déplacements sont appuyés par les mesures de pollution, aussi bien à Limoges qu'à La Rochelle ou Clermont-Ferrand. Les concentrations en polluants primaires (NO₂, SO₂ et PM10) sont plus faibles le lundi et augmentent ensuite tout au long de la semaine de travail, jusqu'à des teneurs maximales mesurées le vendredi, avant de chuter durant le week-end. Mais si le dimanche se caractérise par une diminution des déplacements, le samedi est marqué par une pollution assez voisine de celle rencontrée en semaine : plus particulièrement, au sein des stations localisées en centre-ville (de types urbain et trafic), les concentrations moyennes en NO₂ du samedi sont comparables à celles du lundi, voire supérieures, comme cela est le cas à La Rochelle. Compte tenu de la fermeture de nombreux commerces le lundi, la fréquentation des centres-villes est donc plus importante le samedi que le lundi. Les déplacements à but d'achats ou de loisirs du samedi sont donc aussi, voire plus, notables que les mobilités domicile-travail du lundi.

Face à ces réalités, l'offre de semaine devrait bien sûr être renforcée avec, pour cible principale, les déplacements domicile-travail. L'établissement des horaires de passage doit alors tenir compte des variations du trafic s'observant au sein même de la journée, dans le but d'adapter l'offre aux périodes de pointe de déplacements en voiture : entre 7 et 9h, notamment de 8 à 9h, puis de 13 à 14h, enfin de 17 à 18h (Limoges Métropole, 2006). De plus, les dessertes et fréquences proposées le samedi doivent nettement s'améliorer, étant aujourd'hui essentiellement basées sur les déplacements scolaires du matin et assez souvent délaissées. Il faut ainsi développer un système de transports alternatifs à la voiture qui « couvre l'espace-temps des programmes d'activités de la vie quotidienne » (Kaufmann et *al.*, 2001), y compris les soirs et les week-ends.

Par ailleurs, au-delà des adaptations des grilles horaires aux usages des habitants, le choix du matériel peut constituer une option non négligeable en termes de potentiel attractif. Au sein de l'agglomération clermontoise, en dépit des lacunes relevées dans plusieurs domaines, les évolutions du réseau (avec notamment l'instauration d'une ligne de tramway) semblent avoir encouragé quelques habitants à se tourner vers le mode de déplacement collectif. L'observatoire des effets du tramway montre des résultats plutôt positifs : une comparaison entre les années 2002 et 2008 (avant et après la mise en service du tramway) fait apparaître une hausse de la fréquentation de 17% sur l'ensemble du réseau urbain ; de plus, les progrès des déplacements au sein de la commune de Clermont-Ferrand ont permis une diminution de la circulation automobile globale de 15% et de 40 à 60% le long de la ligne de tramway entre 2002 et 2008.

Le développement d'un réseau de tramway à Clermont-Ferrand peut donc être considéré comme l'action phare de la politique des transports depuis la validation du premier PDU, à l'image de ce qui a été constaté à Fribourg-en-Brisgau, ville de 215 000 habitants située au sud-ouest de l'Allemagne (FitzRoy, Smith, 1998). Une nouvelle tendance s'y est en effet amorcée à partir du milieu de la décennie 1980 grâce à l'inauguration d'une nouvelle ligne de tramway. Ceci constitue, en grande partie, la clé de la réussite du réseau de transports urbains fribourgeois, prouvant l'avantage du tramway sur le bus en termes de capacité, de vitesse et de confort, mais aussi d'image. Cela apparaît d'ailleurs dans la littérature (Vuchic, 1991 ; Newman, 1995 ; FitzRoy, Smith, 1998 ; Ben-Akiva, Morikawa, 2002 ; Certu, ADEME, 2002) : il est souvent admis qu'un système de tramway constitue une bonne alternative à la voiture, tandis que les avis divergent quant au pouvoir d'attraction d'un système de bus. A Fribourg, depuis que le réseau de bus dessert une densité moindre de quartiers excentrés, il s'est montré efficace en tant que complément du tramway, devenu mode de transport principal.

Mais en comparaison d'autres villes de taille équivalente en Europe de l'ouest, la ville de Fribourg se positionne favorablement en termes d'usage des transports publics, en particulier vis-à-vis des autres villes allemandes. En considérant le nombre de voyages par personne, les villes suisses apparaissent comme les plus performantes alors que les villes françaises présentent les plus mauvais résultats. Fribourg est, quant à elle, présentée comme un modèle de réussite pour ses politiques et sa planification des transports. Elle est en effet devenue, depuis une vingtaine d'années, un modèle mondial de planification conciliant développement urbain et qualité de vie (Boston, 2005). La qualité du service a notamment été améliorée entre 1983 et 1995 grâce à une extension des réseaux de bus et de tramway, associée à un schéma de circulation et de stationnement efficace. Les transports en commun bénéficient de voies réservées et de la priorité aux feux entraînant une baisse de la durée moyenne des trajets. De plus, la promotion de l'usage du tramway est renforcée par la réalisation de 2 500 places de stationnement gratuit, réparties sur huit parcs qui s'échelonnent le long du réseau.

Ainsi, à Clermont-Ferrand, comme à La Rochelle ou Limoges, les améliorations du réseau seraient utiles pour accroître sa fréquentation, en particulier du point de vue des fréquences, afin que celles-ci et les vitesses de circulation des bus – via la réalisation de sites propres supplémentaires – s'approchent le plus possible de celles du tramway. La hausse du nombre d'usagers qui a suivi la mise en service du tramway montre que la situation actuelle n'est pas irréversible et qu'une partie des habitants est prête à abandonner la voiture au profit des transports en commun. Cela reflète d'ailleurs les opinions exprimées à Limoges dans l'enquête de 2006 (80% des personnes se disaient prêtes à moins utiliser leur voiture si des améliorations étaient réalisées pour faciliter l'usage des transports alternatifs).

Des réseaux de bus performants, en termes de fréquence de passage et de rapidité, ont en effet les moyens de se substituer au tramway, et présentent un avantage non négligeable par rapport à celui-ci : un coût inférieur de mise en place et d'exploitation (Edwards, Mackett, 1996 ; Mackett, Edwards, 1998 ; Ben-Akiva, Morikawa, 2002). Les impacts positifs de la réalisation de cette ligne sur la fréquentation à Clermont-Ferrand ne sont pas suffisants et doivent dorénavant constituer un guide. Les améliorations apportées aux performances des bus permettraient de gagner en attractivité et ainsi d'augmenter le nombre d'utilisateurs et, par ce biais, les bénéfices. En définitive, tout cela donnerait, bien sûr, la possibilité de s'orienter vers l'objectif essentiel des politiques de déplacements urbains : la réduction de la circulation automobile. Pour ce faire, les transports en commun ne doivent pas constituer l'unique cible et les évolutions doivent aussi toucher la pratique du vélo et de la marche, de même qu'elles doivent s'attaquer directement aux conditions de circulation des automobilistes. Il semblerait en effet qu'une amélioration de l'offre des transports collectifs sans intervention sur les déplacements en voiture ne permette pas de modifier significativement les tendances observées (Offner, 2005).

Le contexte actuel, au sein des trois agglomérations, met pourtant en évidence un trafic automobile fortement présent, voire en augmentation. Par exemple, il apparaît qu'au sein de l'agglomération rochelaise, si la croissance du trafic observée depuis les années 1990 se poursuit jusqu'en 2015, plusieurs axes arriveront à saturation, en particulier la rocade de La Rochelle entre Aytré et Lagord, de même que la RN11. Ces prévisions établies par la communauté d'agglomération montrent que des politiques de restriction de l'usage de la voiture sont vraiment nécessaires, aussi bien du point de vue de la qualité de l'air que du confort des déplacements. La saturation de ces voies de desserte entre la commune centre et les communes périphériques se traduira en effet par un net ralentissement de la vitesse de circulation. Si, auparavant, les distances entre lieux de résidence et de travail étaient abolies par la durée des trajets, grâce à une vitesse de circulation élevée des voitures, cela est de moins en moins le cas aujourd'hui. L'accroissement de la population en périphérie et des mobilités qui en découlent, entraînent des encombrements de voirie qui réduisent sensiblement la vitesse de déplacement des véhicules particuliers.

Le problème de congestion automobile ne doit pas être réglé par un accroissement des capacités de voirie, qui risque d'aggraver les conditions de circulation en intensifiant le trafic (Mogridge, 1997). La politique la plus efficace pour réduire les temps de déplacement, à la fois pour les automobilistes et les usagers des transports en commun, consiste à améliorer la qualité des réseaux de transport public urbain, en développant notamment des transports en commun en site propre. Les projets routiers misant sur la desserte automobile doivent donc céder la place à la desserte en transports collectifs, et le partage de la voirie doit être privilégié, afin de contraindre la circulation automobile.

3.4.1.2. Une relation entre urbanisme et transports pour des aménagements plus cohérents

En termes de desserte des agglomérations, les principaux enjeux sont liés à la périurbanisation. Or, de façon générale, il apparaît que la planification du transport et celle du développement urbain ont évolué séparément. Dans ce cadre, les politiques de transport doivent désormais s'appuyer sur des politiques contrôlant l'étalement urbain, dans une perspective d'amélioration de la desserte sur le long terme. Les orientations prises depuis de nombreuses années doivent donc être modifiées, sur la base d'un schéma où le point central n'est plus la voiture, mais les transports en commun. Si, dans un premier temps, les communautés d'agglomération ont pour mission d'adapter le réseau de transports urbains à la

localisation des pôles d'attraction – dans les limites fixées de rentabilité financière – il revient ensuite aux communes d'implanter ces pôles en tenant compte du réseau existant, via un cadre strict d'urbanisme défini dans les PLU.

Comme cela est préconisé par la loi SRU, il est désormais indispensable de limiter l'étalement urbain en prévoyant l'implantation des zones d'habitation et d'activités dans des secteurs déjà urbanisés et bien desservis par les transports publics. En effet, l'urbanisation désordonnée et étalée ne peut s'accompagner d'une desserte en transports en commun, pour des raisons de rentabilité financière, et génère automatiquement un recours systématique à l'automobile. Au contraire, la densification de l'urbanisation peut autoriser le développement des transports publics. En effet, selon Crawford (2000), une forte densité de population est nécessaire pour permettre le développement d'un excellent réseau de transports publics. Pour Kaufmann *et al.* (2001), « les modèles alternatifs sont aliénés par des contraintes contextuelles et d'accès ». Dans les contextes péri urbains notamment, « le recours à l'automobile est systématique pour s'approprier la proximité de son domicile ».

Les zones d'activités, de commerces et d'habitat devraient donc être articulées avec les infrastructures de transports en commun. Il existe désormais des possibilités de planification allant dans le sens d'une meilleure cohésion entre urbanisme et transport (OCDE, CEMT, 1995) : la concentration des projets résidentiels à forte densité le long des couloirs de transports publics, la création ou conservation d'une forte densité d'activités génératrices de déplacement dans les quartiers centraux et les lieux bien desservis par les transports publics, ... Ces politiques ont été appliquées dans certaines grandes villes (Amsterdam, Copenhague, Vienne, Stockholm ou Toronto) qui dépassent le cadre de l'étude des villes moyennes ; mais ces exemples peuvent être mis en application également dans des villes plus petites. Même si l'entreprise constitue le principal public visé par la "méthode ABC", présentée précédemment⁴⁰, cette méthode peut aussi être appliquée aux logements et aux équipements publics. Il paraît même logique que l'habitat soit pris en considération sur ce modèle. Il est en effet nécessaire de gérer à la fois la destination des flux et leur origine en limitant l'éparpillement des zones résidentielles. Le problème du lieu de domicile doit également être étudié. « Si le domicile est situé à une distance de plus de 300 m d'un arrêt de transport public de qualité, il est peu probable que le salarié soit attiré par ce moyen de transport » (Noirjean, Merle, 2005). Il est donc nécessaire de réaliser les nouvelles constructions au sein d'espaces déjà bien desservis par les réseaux de transports et de favoriser la haute densité plutôt que la faible densité de l'habitat, peu propice au passage des lignes publiques. Les zones résidentielles doivent se structurer le long des axes de transports en commun.

On peut ainsi considérer que les futures politiques de planification urbaine tendront à modérer les comportements individualistes développés jusqu'à présent, ces comportements se traduisant par la volonté de posséder un pavillon individuel à l'écart des zones denses et un, voire plusieurs, véhicule particulier. Ces habitudes prises depuis plusieurs décennies sont à proscrire dans un contexte de réduction de l'usage de la voiture au profit des modes alternatifs. Toutefois, on peut penser que pour un certain nombre de personnes, la densification de l'habitat présente une limite d'ordre social : le modèle de ville compacte

⁴⁰ La "méthode ABC" ambitionne de diminuer l'usage de la voiture, en particulier pour les déplacements domicile-travail, en visant à « placer la bonne entreprise au bon endroit en combinant l'accessibilité du territoire et le profil de mobilité de l'entreprise » (Noirjean, Merle, 2005). Son ambition consiste à choisir l'implantation des activités en fonction des types de déplacements qu'elles génèrent et de leurs besoins en places de stationnement. La méthode cible deux publics : les salariés et les visiteurs ou clients.

comporte de sérieuses limites, relatives notamment à l'inconfort généré, surtout dans le contexte actuel, plutôt orienté vers la recherche d'espace individuel. Par ailleurs, la concentration des habitations nécessite une bonne desserte en transports collectifs. Dans le cas contraire, la congestion automobile risque de s'aggraver. Les collectivités pointent pour l'instant du doigt leurs limites face à l'amélioration de la desserte en périphérie, du fait de coûts d'investissement trop élevés. Mais si l'offre s'améliore, et s'accompagne de mesures d'incitation et de sensibilisation, on peut supposer que la fréquentation pourra s'accroître, générant des revenus supplémentaires pouvant garantir la rentabilité de l'investissement. De plus, l'application de ces nouvelles mesures nécessite une bonne information du public, afin qu'il comprenne les enjeux et les nécessités de leur mise en œuvre. L'exemple suisse a montré que la mise en place de mesures rigoureuses peut être acceptée par la population, si les objectifs ont été bien définis (OCDE, CEMT, 1995). Enfin, il faut tenir compte du fait que ces politiques ne font sentir leurs impacts qu'après plusieurs années, voire décennies, en raison de la capacité d'adaptation des populations et entreprises aux changements.

3.4.2. Une présence encore trop marquée des voitures en centre-ville

A une échelle plus restreinte que celle de l'agglomération tout entière, la plupart des actions proposées dans les PDU (contournement du centre-ville, déviation du trafic de transit, réduction des capacités de voiries d'accès au centre-ville, limitation du stationnement en centre-ville) semble plutôt s'orienter vers la protection d'un espace limité : le centre-ville. Celui-ci, dont l'attractivité est bien sûr importante – en lien avec les commerces, les services, le patrimoine historique et culturel – constitue, aux yeux des aménageurs, un espace particulier où la présence automobile doit diminuer. Or, les espaces centraux restent très fréquentés par les voitures, en particulièrement à Limoges où la majorité des habitants du centre-ville, comme du reste de l'agglomération, considère que la circulation automobile constitue une gêne. Celle-ci peut être ressentie à plusieurs titres : aussi bien pour les encombrements de voirie liés aux déplacements, que pour les flux piétonniers dont le confort est perturbé par les nuisances olfactives ou sonores.

S'il est désormais avéré que les transports en commun occupent au sein des agglomérations une place moins importante que la voiture, la forte présence de cette dernière au cœur des villes est susceptible d'occasionner un certain nombre de critiques. L'enquête menée à Limoges (Glandus, 2006) permet alors d'évaluer le rapport qu'entretiennent les habitants avec l'automobile. Si cet exemple ne concerne que Limoges, les considérations peuvent néanmoins être étendues à La Rochelle et Clermont-Ferrand, où la présence automobile est également trop prégnante.

Les points de vue globaux des populations de l'agglomération de Limoges témoignent de l'aspect *a priori* paradoxal des habitudes locales. En effet, 77% des habitants ont recours à leur véhicule particulier pour se rendre au centre-ville. De même, une majorité des usagers ne se dit pas dissuadée par les coûts et la fréquentation des parkings du centre. Une grande partie de la population de Limoges, et plus particulièrement des communes de la périphérie, délaisse donc les modes de transport en commun. Pourtant, l'enquête montre que 79% des personnes considèrent que le centre-ville est trop fréquenté par les voitures.

Cette situation occasionne des gênes qui se traduisent concrètement par des embouteillages à certaines heures de la journée ou des difficultés à trouver un emplacement pour le véhicule. Mais à ces contraintes typiques des centres urbains où la voiture est dominante s'ajoutent également des inconvénients de type plutôt qualitatif. Le nombre de voitures circulant en ville est à l'origine de nuisances olfactives (liées aux gaz

d'échappements) et sonores. Ces problèmes touchent aussi bien les résidents de la zone centrale que les piétons. Les avis des habitants apparaissent assez similaires d'une zone à l'autre, ou d'une commune à l'autre, même si les populations des zones centrale et péri-centrale de Limoges semblent être les plus sensibles à ce problème. De nombreuses personnes relèvent d'ailleurs l'avantage que représenterait une extension des secteurs piétonniers existants dans l'hypercentre. Cette opinion se retrouve dans les objectifs du PDU dont le but principal consiste à réduire la place de l'automobile. De plus en plus de villes françaises s'engagent également dans des phases d'exclusion progressive de la voiture en hypercentre, dont l'espace est alors plus amplement laissé aux piétons.

Ces attentes nécessitent donc que des opérations soient menées pour une meilleure pratique des modes de déplacement alternatifs à l'automobile en centre-ville.

Pourtant, l'espace accordé aux vélos – dont la pratique ne peut se concentrer que sur de courtes distances et être facilement promue au sein des espaces centraux – reste globalement assez restreint. Des nuances peuvent toutefois être faites et La Rochelle présente de nouveau une large avance sur Clermont-Ferrand et surtout Limoges quant au développement des voies cyclables. Son réseau est en effet le plus vaste et s'étend même jusqu'en périphérie. Le maillage en centre-ville est quant à lui beaucoup plus dense que celui des deux autres villes, qui présente l'inconvénient d'être assez discontinu. En outre, cette qualité est renforcée par un avantage intrinsèque au site rochelais, des dénivellations relativement modérées, favorables à la pratique régulière du vélo, mais aussi la mise en place de 26 stations de libre-service vélos. Clermont-Ferrand, avec seulement deux agences de location, révèle ainsi un certain retard, alors que Limoges ne montre aucune orientation dans ce sens, attestant de fortes lacunes.

Enfin, la place accordée à la voiture en centre-ville est maintenue par l'existence d'espaces piétonniers trop limités, en particulier à Limoges, et par l'instauration d'une politique de stationnement aux résultats peu encourageants. L'extension du stationnement payant, la hausse des tarifs, la baisse du nombre de places et la limitation de la durée de stationnement ont été appliquées au sein de chacune des trois villes. Cependant, les tarifs ne dissuadent pas une majorité d'habitants d'utiliser leur véhicule personnel, et la localisation trop centrale des parcs en ouvrage contribue à un maintien du trafic automobile au sein d'espaces qui devraient être davantage préservés en termes de qualité de l'air.

3.4.2.1. Une organisation urbaine devant être construite autour des modes doux

Les politiques d'utilisation du sol doivent chercher à accroître les possibilités de recours à des déplacements non motorisés, tels que la marche à pied ou la bicyclette. Pour cela, les villes compactes à forte densité présentent des facilités.

Dans ce cadre, les politiques d'aménagement doivent viser à maintenir la vitalité des quartiers centraux et des quartiers résidentiels. L'aménagement de zones piétonnes est d'ailleurs important pour le développement du commerce de détail en centre-ville. Un programme de requalification du centre-ville de Limoges a par exemple été mis en place. La plupart des rues du centre, et notamment les rues piétonnes telles que les rue du Clocher ou du Consulat, possède des immeubles occupés en rez-de-chaussée par des commerces et dont les étages sont souvent à l'abandon. Le programme propose donc des aides à la rénovation et obligent les propriétaires à ouvrir leurs logements à la location afin de favoriser la venue de résidents en centre-ville, à proximité des commerces existants. D'autre part, les évolutions doivent fortement être dirigées vers l'amélioration de la qualité des aménagements pour les

piétons et les cyclistes, afin de favoriser l'utilisation des modes doux : pistes cyclables, espaces de stationnement pour deux-roues à proximité des arrêts de transports publics, modération de la circulation, ... En effet, la marche et le vélo sont des modes destinés aux déplacements de faibles distances, et sont donc à promouvoir dans le cadre de "villes de proximité". Leur développement doit s'accompagner d'une réduction des distances de déplacement : cela implique donc la lutte contre l'étalement urbain en structurant les nouvelles constructions autour des axes principaux et une proximité des fonctions.

3.4.2.2. Des centres urbains destinés à accueillir les modes moins polluants

Au regard des campagnes de mesures itinérantes des concentrations en CO dans l'hypercentre de Limoges (présentées en deuxième partie, p 144 à 158), on remarque que la morphologie urbaine influence les variations spatiales de la pollution. Les restrictions de circulation automobile peuvent donc se baser sur la configuration des voies. Il paraît ainsi utile de privilégier une diminution, voire une interdiction, du trafic dans les rues étroites, plus propices à la concentration de la pollution, et de limiter l'engorgement pour plus de fluidité de la circulation et, par conséquent, moins d'émissions polluantes.

L'aménagement le plus bénéfique, en termes de confort et de qualité de l'air, consisterait à développer des hypercentres dédiés aux flux piétonniers. Actuellement, seules quelques rues sont entièrement réservées aux piétons. Une telle situation est génératrice d'inconfort et d'insécurité liés à la circulation des voitures. Les piétons sont les plus exposés à la pollution automobile et leur cheminement est entravé à plusieurs reprises par la traversée des voies. A l'opposé, un hypercentre piétonnier permet une plus grande liberté de déplacement. Il peut également conduire à une diminution des concentrations en CO, NOx et PM10, de même qu'à une baisse des nuisances sonores pour les habitants. Une étude réalisée par l'association locale de surveillance à Limoges, à l'occasion de la journée "En ville sans ma voiture" de septembre 2000, montre que la qualité de l'air en l'absence de circulation automobile est améliorée dans la zone concernée par l'interdiction. On a également pu constater que la piétonisation opérée à Clermont-Ferrand, grâce aux réaménagements liés au passage du tramway, a permis d'obtenir des résultats bénéfiques quant à la qualité de l'air, même si ces observations s'opèrent à une échelle restreinte.

Forts de ces aménagements, les cœurs des villes pourraient devenir plus attrayants et ceci pourrait avoir un impact positif sur la fréquentation des commerces. Cependant, la réalité dévoile une situation plus complexe qu'il n'y paraît au regard des objectifs énoncés dans les PDU. Comme cela a déjà été dit, ceux-ci ambitionnent de favoriser le stationnement des chalands au détriment de celui des migrants pendulaires, via une meilleure rotation des véhicules, afin d'améliorer la fréquentation des commerces centraux. La modification des habitudes de déplacement doit en effet concilier deux objectifs potentiellement antinomiques : la disparition progressive de la circulation automobile et l'augmentation de l'activité économique des commerces, de plus en plus soumis à la concurrence de la périphérie. Mais contraindre la circulation automobile en centre-ville peut également conduire à un résultat contraire aux attentes : le report des usagers vers les zones commerciales de périphérie, facilement accessibles aux automobilistes et permettant un stationnement gratuit. La solution se trouve donc peut-être dans le développement des transports en commun, et plus particulièrement des TCSP.

De plus, ce réaménagement de l'hypercentre contribuerait également à la promotion du vélo. En effet, même à Limoges et Clermont-Ferrand, certaines voies plus larges et à faible dénivellation peuvent être favorables à la pratique de la bicyclette. Dans une ville telle que Lausanne, la bicyclette est utilisée sur de courts ou moyens trajets, en dépit de la topographie

assez rude (plus de 300 m de dénivellation entre le nord et le sud). Mais à Limoges et Clermont-Ferrand notamment, ce moyen de déplacement ne remporte pas l'adhésion générale et très peu de personnes l'utilisent, compte tenu des manques de sécurité et de confort offerts. Si ce type de transport ne peut être utilisé sur de longues distances, certains habitants du centre-ville peuvent y avoir recours si des aménagements spécifiques sont réalisés et que l'offre de location de vélos s'étend ou est créée (aucun dispositif de la sorte n'existant pour l'instant à Limoges).

Ensuite, sur le pourtour de cette zone dédiée aux modes de transport non générateurs de nuisances, peut s'étendre l'espace central où la circulation des voitures et des transports en commun est possible, et au sein duquel sont proposés les parcs de stationnement (places sur voirie et parcs en ouvrage). De plus, cette zone peut être le point de départ et d'arrivée de navettes publiques et gratuites, moins imposantes que des bus ou trolleybus mais à forte fréquence de passages, permettant de relier zone automobile et hypercentre piétonnier, ce dernier n'étant donc ouvert qu'aux piétons, cyclistes et navettes. La ville de Clermont-Ferrand avait instauré un service de navettes en juillet 2005, dans le but d'accroître l'offre en transports alternatifs à la voiture et de limiter l'usage de celle-ci en centre-ville. Ces navettes "Citadine" desservaient cinq arrêts entre la place Delille et la place Alexandre Varenne et les usagers pouvaient également demander à descendre ou monter à tout moment sur les rues semi-piétonnes. Cependant, ce service particulièrement utile pour les personnes éprouvant des difficultés à se déplacer a été supprimé en juin 2008, seulement trois ans après sa création, car sa fréquentation était très faible. Enfin, des pistes cyclables ont également leur place en espace central et des zones 30 (où la vitesse est limitée à 30 km/h) peuvent y être instaurées. Toutefois, si ces actions sont favorables à la sécurité des cyclistes, comme des piétons, une étude menée au sein des agglomérations d'Orléans et de Tours (Lig'Air, 2008) a montré des résultats permettant de modérer leur intérêt. Dans le cas de voies de circulation limitées à 50 km/h, une réduction de la vitesse de déplacement des véhicules génère une hausse des concentrations en NO₂. Plus particulièrement, certains aménagements (de type dos d'âne) destinés à réduire les vitesses, au sein des zones 30 en particulier, ont un impact néfaste sur la qualité de l'air. En effet, ces obstacles à la fluidité du trafic conduisent à une hausse des émissions, et par conséquent des concentrations, de NO₂. Même si ces observations dépendent également de la configuration des rues et des conditions météorologiques, elles montrent que la réduction des vitesses de circulation des véhicules motorisés ne va pas dans le sens d'une diminution de la pollution de l'air. Nous avons également pu constater lors des campagnes de mesure de la pollution en CO au centre de Limoges, que la discontinuité du trafic automobile (en particulier les arrêts aux feux rouges) entraîne des hausses des teneurs en CO. La fluidité du trafic génère donc un gain de qualité de l'air et doit être privilégiée, au détriment des aménagements de voirie destinés à contraindre les déplacements automobiles par une progression saccadée.

Si certaines offres de transports publics sur l'agglomération de La Rochelle et son département se rapprochent de celles développées à Fribourg-en-Brisgau, considérée comme un modèle, des améliorations restent encore à réaliser en termes de protection de l'espace central. Les actions menées à Fribourg pourraient justement constituer un exemple à suivre, afin de compléter les progrès effectués. Le centre historique de la ville allemande a été interdit à la circulation motorisée dès 1973 : seuls les bus, tramways et bicyclettes y sont autorisés. De plus, certaines places réservées aux voitures ont été converties en places de parking pour les bicyclettes (3 000 places réparties sur 60 parcs), cette innovation ayant contribué à la promotion du vélo. La mise en place de ces mesures destinées à restreindre le trafic automobile est d'ailleurs reconnue comme ayant joué un rôle clé dans l'amélioration de la

qualité de vie urbaine et le développement d'une mobilité plus respectueuse de l'environnement (FitzRoy, Smith, 1998). L'exemple de Fribourg montre donc qu'il est tout à fait possible de réaliser un hypercentre entièrement réservé aux modes alternatifs à la voiture et en particulier aux modes doux.

Mais ces réaménagements de voirie nécessitent d'être opérés à une échelle dépassant le simple cadre de quelques rues. En effet, des modifications de circulation ont été menées à La Rochelle sur certaines voies du centre-ville, générant un nouveau plan de circulation opérationnel depuis juin 2004. Les aménagements consistent en une interdiction du trafic des voitures, la création de rues semi-piétonnes ou encore des changements de sens de circulation. L'accès au Vieux Port et à la place de Verdun a notamment été restreint, permettant une grande diminution de la présence automobile sur ces espaces auparavant très fréquentés. Désormais, la traversée ouest-est ne s'opère plus par un passage en centre-ville mais par des boulevards de contournement. A la demande de la ville de La Rochelle, l'association locale de surveillance a réalisé une étude relative à l'impact de ces aménagements sur la qualité de l'air. Un an après la mise en place de ce plan de circulation, le bilan est qualifié de mitigé. Si les niveaux de pollution d'origine automobile (CO, NO₂) ont légèrement diminué place de Verdun, ils ont au contraire augmenté rue de la Grille, et ce dès le mois de juillet 2004. Ainsi, ces résultats montrent que faire seulement quelques modifications de circulation en centre-ville n'est pas suffisant pour influencer la qualité de l'air. Interdire ou restreindre le trafic sur certaines voies a généralement pour conséquence de le reporter sur les axes voisins. De ce fait, le centre-ville reste toujours soumis à la même pollution. Seule une réelle proscription de la voiture au sein de l'hypercentre pourrait permettre une amélioration notable de la qualité de l'air.

En outre, limiter le trafic automobile au sein des centres urbains n'est pas la panacée : cette mesure est, certes, nécessaire, mais elle s'avère insuffisante pour réduire la pollution à l'échelle de chaque agglomération. On a pu constater, au travers des campagnes de mesures réalisées dans l'hypercentre de Limoges, que les espaces piétonniers étaient soumis à la pollution de fond de l'agglomération et que l'absence de circulation automobile sur des aires restreintes ne suffisait pas toujours à faire baisser les niveaux de pollution, selon les conditions météorologiques.

A ce titre, les volontés d'amélioration des réseaux de transports en commun (plus grandes dessertes et fréquences, hausse de la vitesse de circulation grâce aux infrastructures de TCSP, renouvellement du parc et acquisition de véhicules moins polluants) et de l'intermodalité constituent une réponse susceptible d'avoir un impact à plus grande échelle. Les offres de transports publics doivent absolument être unifiées à l'échelle de chaque agglomération, dans le but de gommer les écarts encore trop prégnants entre les quartiers. L'amélioration des conditions de pratique des modes doux est elle aussi nécessaire, mais ne peut avoir des répercussions qu'au sein d'espaces restreints, notamment le centre-ville et les centres-bourgs, car ces modes ne sont pas adaptés aux longs trajets. Il paraît donc essentiel que l'ensemble des actions proposées soit mené à bien, et pas seulement quelques unes d'entre elles. Les mesures prises à l'échelle de l'agglomération tout entière, en matière de déplacements périphérie-commune centre notamment, doivent se combiner à celles touchant l'échelle du centre-ville. Mais pour ce dernier, l'accroissement des aménagements piétonniers, cyclables et TCSP doit être mené dans des proportions assez grandes, de façon à espérer un impact sur la qualité atmosphérique. Puis à plus long terme, le couplage entre urbanisme et transports est indispensable, afin de tendre vers une organisation urbaine fondée sur les transports alternatifs à la voiture et non plus, comme cela est le cas depuis plusieurs décennies, sur l'automobile.

3.4.3. Des changements devant s'adapter aux acquis culturels de la société : de l'intérêt individuel à l'intérêt collectif

Toutes ces orientations paraissent susceptibles de faire évoluer les pratiques actuelles et de diminuer l'usage de l'automobile, dans un sens plus respectueux de la qualité de l'air. Il semble évident que l'aménagement urbain doit nécessairement évoluer, en tenant compte des problèmes de pollution automobile, mais sans toutefois oublier les réalités de la société actuelle et à ce titre la place qu'occupe la voiture dans les habitudes contemporaines.

3.4.3.1. Des évolutions fortement dépendantes d'aspects psychologiques

Si proposer de nouveaux modes de déplacement semble désormais indispensable, il ne faut pas pour autant oublier les réalités d'organisation urbaine, fondée jusqu'à présent sur le mode individuel et, dans ce contexte, la place qu'occupe actuellement l'automobile dans la société, ainsi que les problèmes que peut poser son abandon partiel pour les habitants. La voiture est en effet devenue l'incarnation d'attributs recherchés de nos jours, tels que la modernité, le progrès, la liberté, l'individualité, l'autonomie et le pouvoir. Ces fonctions symboliques représentées par l'automobile existent à la fois aux niveaux sociétal, culturel et individuel, influençant le choix des modes de déplacement à un degré tel que les campagnes marketing destinées à modifier les comportements ont échoué (Kenyon, Lyons, 2003).

Dans le cadre de discussions menées avec des groupes de population résidant au sein d'espaces urbains ou ruraux, Kenyon et Lyons (2003) se sont aperçus que beaucoup de jugements positifs formulés vis-à-vis des déplacements automobiles relèvent de critiques à l'égard des transports publics : les opinions négatives relatives aux transports en commun semblent beaucoup plus appuyées et acquises que les avantages perçus de la voiture. Les inconvénients majeurs des transports publics cités par les participants sont leur caractère impersonnel et les difficultés qu'ils ont pour contenter les besoins individuels en déplacement. Au contraire, la voiture est présentée comme pratique, flexible et permettant la réalisation des trajets sans obligation de routes ou d'horaires. Voyager en voiture est perçu comme un acte de liberté autorisant la maîtrise de son déplacement : la direction, l'itinéraire, les horaires, la durée et, dans une moindre mesure aujourd'hui, la vitesse.

L'individualisme ressort nettement de ces entretiens, témoignant des atouts de la voiture pour satisfaire les désirs d'indépendance de chacun. Au-delà des offres de transports urbains, dont la qualité joue un rôle non négligeable dans les choix des habitants, les usages des modes de déplacement sont fortement influencés par les aspects culturels de la société. Les caractéristiques actuelles de celle-ci, qui tendent à développer le confort et la consommation, placent la possession d'un ou de plusieurs véhicules particuliers, associés éventuellement à celle d'un pavillon en périphérie, au cœur des aspirations d'une grande partie de la population. Les aménageurs ont d'ailleurs eu tendance à se reposer sur ces habitudes de déplacement, centrées sur l'usage de la voiture, et ont ainsi limité l'amélioration des réseaux de transports en commun. Ces évolutions de mentalité trouvent une illustration dans les villes d'Europe de l'est, au sein desquelles les transports collectifs représentent encore des modes de déplacement assez utilisés. Cependant, s'ils constituaient les principaux moyens de transport durant l'époque soviétique, ils doivent désormais faire face à la concurrence inégale de la voiture individuelle. Ce changement témoigne des contrastes culturels et économiques existant entre le système communiste privilégiant la collectivité et le système capitaliste actuel où l'individu prime sur le groupe.

Se pose donc le problème de la renonciation, même partielle, à l'automobile : les habitudes de son utilisation régulière ont été prises par une large majorité de la population depuis plusieurs décennies et certains types de déplacement semblent être désormais indissociables du mode particulier. De ce fait, abandonner sa voiture reviendrait à changer de mode de vie.

Tout ceci amène à une interrogation : doit-on, et peut-on, bannir l'automobile aujourd'hui ? Même si, pour Crawford (2000), les villes sans voiture ne sont pas une utopie et peuvent offrir un urbanisme qui sert encore mieux les besoins des citoyens, on ne peut malgré tout penser que ce mode de déplacement, ancré dans les mœurs, puisse être abandonné par une grande partie des habitants. Il est vrai que la voiture n'a pas toujours existé, mais elle fait désormais partie intégrante de la vie de la population, ou tout au moins d'une large majorité d'entre elle. Ainsi, l'évolution ne devra, et ne pourra, se faire que progressivement, en s'accompagnant d'une prise de conscience des enjeux environnementaux, par le biais de campagnes de sensibilisation et d'une nouvelle éducation. Cette dernière doit particulièrement viser à montrer que l'investissement de chacun dans l'amélioration des conditions de vie de tous doit primer sur la recherche du confort individuel, au détriment de l'intérêt collectif. Mais cette évolution des mentalités, pour être accompagnée d'une évolution des pratiques, nécessite une implication réelle et efficace des collectivités locales, au travers de l'amélioration des réseaux de transports publics et de la voirie, dans le but de proposer des modes de déplacement alternatifs aptes à susciter l'attention des habitants, mais aussi d'une organisation urbaine structurée autour de ces derniers. De plus, il semble, au regard des résultats de l'enquête menée à Limoges et de la littérature sur la psychologie des comportements, que pour obtenir des changements durables ancrés dans les habitudes quotidiennes, il est préférable que les individus soient aidés dans cette évolution et non contraints (Stradling et al., 2000).

3.4.3.2. Une influence possible des coûts énergétiques sur les comportements

L'évocation des desseins pour les années futures, présentés précédemment, n'est que très récente et, une quinzaine d'années auparavant, l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques et la Conférence Européenne des Ministres des Transports (OCDE, CEMT, 1995), émettaient quelques réserves quant à ces nouvelles théories : « Il y a assurément de bonnes raisons de vouloir conserver ou créer des structures urbaines capables de réduire la dépendance à l'égard de la voiture, même si, dans les conditions actuelles, cette potentialité a peu de chances de se réaliser. Il s'agit d'une sorte de plan d'urgence pour parer éventuellement aux effets d'un accroissement spectaculaire des prix des combustibles fossiles ou de mesures strictes de limitation de la circulation dans l'avenir, qui pourraient être amenés soit par des choix politiques reflétant des préoccupations croissantes concernant l'environnement, soit par des événements économiques ou internationaux ».

Il semble que nous nous trouvions aujourd'hui dans la seconde situation évoquée au milieu des années 1990. Si l'étalement urbain et la possibilité de vivre à l'extérieur de la ville, tout en continuant à travailler au sein de celle-ci, ont été rendus possible par le relatif faible coût des déplacements, la hausse du coût des carburants peut changer la donne (figure 128).

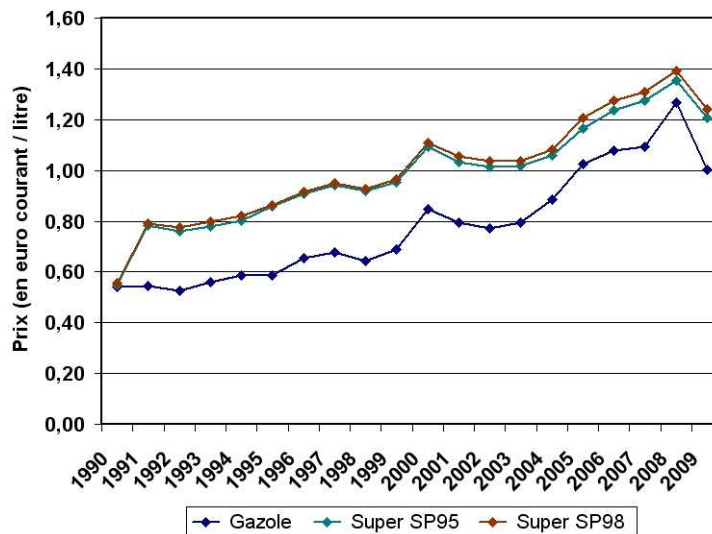


Figure 128 : Évolution du prix des carburants en France depuis 1990

(Source : Direction des Ressources Énergétiques et Minérales – DIREM : <http://www.developpement-durable.gouv.fr> - 2010)

Depuis 1990, les prix des trois carburants principaux que sont le gazole et les essences super sans-plomb 95 et 98 ont connu une hausse progressive mais nette, avec une élévation particulièrement marquée entre 2004 et 2008. Or, il semble que le tarif du carburant ait un impact sur l'utilisation de la voiture. Aux États-Unis, où le carburant est bon marché, le kilométrage annuel est de plus de 17 000 km en moyenne. En Allemagne, aux Pays-Bas et en France, où le carburant est plus cher, le kilométrage passe à environ 13 000 km. Enfin, en Italie, où le carburant était en 1995 le plus cher d'Europe, le kilométrage descend à 10 000 km (OCDE, CEMT, 1995). Le coût d'utilisation de la voiture peut donc, vraisemblablement, avoir une influence plus grande sur la progression des comportements que la prise de conscience des problèmes de pollution de l'air. La pratique du covoiturage, par exemple, relève en grande partie d'une logique individualiste et non d'une réponse aux impacts néfastes que peut avoir la pollution sur la population, notamment en termes de santé publique. Certaines personnes abandonnent provisoirement leur voiture pour se tourner vers les transports en commun et le covoiturage, dans le but de réduire leur budget déplacement : l'incitation principale relève donc d'un intérêt financier et très rarement de préoccupations environnementales.

Dans ce cadre, la hausse du prix du carburant doit être prise en compte comme un élément capable, plus que les politiques mises en œuvre progressivement et inégalement, d'encourager les usagers de la voiture à s'orienter vers d'autres modes. Cependant, l'efficacité de cette conjoncture ne peut être réelle que si le développement des modes alternatifs est performant et général, pour écarter le risque de déclenchement d'une crise des déplacements exacerbant les écarts socio-économiques.

Pourtant, l'évidence de l'impact de la tarification sur l'utilisation de la voiture ne fait pas l'objet d'un consensus. Au sein de la région lyonnaise, il a par exemple été simulé que dans le cas d'un doublement des prix du carburant et des péages autoroutiers, ainsi qu'une augmentation de 70% du coût quotidien du stationnement, moins de 1% seulement des migrants pendulaires renonceraient à la voiture (Schéou, 1997). Les résultats d'une enquête

menée en 1998-1999 auprès de deux entreprises anglaises situées dans des villes moyennes (Kingham *et al.*, 2001) montrent également que seulement 16% des employés délaisseraient leur voiture si le prix de l'essence atteignait 1,50 £ le litre (soit 1,66 €, prix bien supérieur au prix maximal atteint en France en 2008). Ces hypothèses ne peuvent être délaissées et on peut ainsi considérer que le prix du carburant n'aurait qu'une influence secondaire. Son impact ne serait sans doute pas durable en raison des fluctuations conjoncturelles des prix. Les impacts sur les comportements ne seraient donc que ponctuels, en lien avec les hausses des coûts.

La réorganisation urbaine autour des modes alternatifs à l'automobile peut ainsi paraître une utopie, tant le mode de transport particulier est ancré dans les coutumes contemporaines. Toutefois, d'après l'enquête menée à Limoges, il semble qu'une majorité de personnes soit favorable à ce nouveau modèle d'organisation urbaine. Si des améliorations étaient réalisées afin de faciliter l'usage de transports "propres", 83% de la population seraient prêts à réduire leur utilisation de la voiture, avec quelques variations de motivation selon les communes. Ainsi, force est de constater que la capacité des habitants de l'agglomération à changer leurs habitudes quotidiennes apparaît globalement positive. Au sein de ce territoire, les populations de la plupart des communes périphériques semblent être assez motivées (plus de 80%) si de nouveaux moyens de transport sont mis à leur disposition. Elles sont pourtant actuellement très dépendantes de l'utilisation de la voiture. Il en est d'ailleurs de même pour les habitants des zones excentrées de la commune de Limoges. Ces derniers sont en effet plus motivés que les autres pour utiliser plus régulièrement les modes de transports alternatifs. A l'inverse, les habitants de la zone industrielle, comptant pourtant le plus fort pourcentage d'usagers des transports en commun de l'agglomération, apparaissent comme les plus réticents de la commune à l'adoption de nouvelles pratiques. Si un bon nombre d'adeptes de l'utilisation des bus est déjà acquis, les automobilistes réguliers semblent difficiles à convaincre. Ces derniers invoquent notamment la commodité du moyen particulier pour se rendre vers des zones commerciales ou véhiculer des enfants.

Si ce sont les citoyens qui utilisent leur voiture de façon trop intensive et sont, de ce fait, responsables d'une partie de la pollution urbaine, les collectivités d'agglomération ont aussi un rôle fondamental à jouer. Elles doivent inciter la population à se diriger naturellement vers les modes de déplacement alternatifs à la voiture et la régularisation de l'offre en transports en commun doit s'opérer de façon uniforme au sein des agglomérations. Même si la place laissée à l'automobile ne peut devenir très inférieure à celle occupée par les autres modes de transport, les politiques locales doivent afficher une réelle volonté d'action afin d'entraîner la motivation des habitants. Un effort de sensibilisation peut également être nécessaire, à l'image de ce que prône le "plan climat territorial" proposé par le Ministère de l'Écologie et du Développement Durable (MEDD), les collectivités territoriales ayant un rôle essentiel à jouer dans la lutte contre la pollution de l'air.

Conclusion du chapitre 3

La promotion des transports en commun doit s'accompagner de mesures destinées au renforcement de la pratique du vélo et au développement des déplacements piétonniers, ainsi que de l'intermodalité. Les modes doux, en tant que moyens de déplacement adaptés aux courtes distances peuvent constituer des compléments aux transports en commun. Leur pratique nécessitant confort et sécurité, il paraît nécessaire que les agglomérations accroissent le nombre et la longueur des voies qui leur sont réservées. Celles-ci sont encore trop peu nombreuses et souffrent surtout d'un manque de continuité, tout particulièrement à Limoges,

très en retard sur Clermont-Ferrand et surtout La Rochelle dans ce domaine. Les offres de location de vélo développées dans ces deux dernières villes se révèlent également comme des outils capables de développer l'usage de la bicyclette. Mais celui-ci doit aussi être pris en considération sous l'angle de l'intermodalité, qui concerne aussi bien le vélo que la marche et l'ensemble des modes de transports en commun disponibles, ainsi que la voiture. De nombreux aménagements ont vu le jour au sein des trois agglomérations, mais force est de constater que ceux-ci comportent encore de nombreuses lacunes les discréditant. Les pôles d'échanges et les parcs relais, dont l'instauration a été préconisée par les PDU, semblent plutôt relever d'une réalisation précipitée que d'une élaboration rationnelle, permettant d'atteindre l'objectif fixé : la réduction de l'usage de l'automobile. Enfin, dans le cadre d'une réorganisation cohérente des déplacements, les transports ne constituent pas l'unique secteur pour lequel des évolutions sont nécessaires. Le stationnement et la fréquentation des centres-villes semblent également soulever certains problèmes. La rotation des véhicules, via une élévation du coût du stationnement et une limitation de durée, peut s'avérer utile pour la diminution de la fréquentation des centres-villes par les voitures. Mais ces méthodes, déjà initiées au sein des trois agglomérations, doivent être compensées par une amélioration des réseaux de transports en commun. Il semble pourtant qu'un déséquilibre existe, risquant d'augmenter les contraintes imposées à la population et de renforcer l'opposition entre commerces centraux et grandes surfaces périphériques, sans diminuer le recours au véhicule particulier. De plus, les bénéfices en termes de qualité de l'air n'étant pas égaux au sein de l'ensemble d'une agglomération, certaines zones, plus exposées à la pollution automobile, doivent être plus particulièrement ciblées. Des rues étroites ou des espaces faiblement aérés, dans lesquels les concentrations nocives stagnent plus longtemps, peuvent alors faire l'objet d'une politique de limitation automobile plus stricte. Cette hiérarchisation des niveaux d'action est susceptible de conduire à l'obtention d'un gain plus conforme aux réalités de la ville considérée. Mais les efforts doivent avant tout être menés à l'échelle globale de chaque agglomération, afin d'être en mesure d'apporter un bénéfice certain de qualité de l'air. L'avenir de ces réaménagements et de la place des modes de transport alternatifs à la voiture repose en partie sur le succès à venir des PDU. Tout dépend ainsi du regain d'attractivité qu'ils seront aptes à attribuer aux transports en commun et aux modes doux, ainsi que de l'évolution du coût d'utilisation de la voiture, en lien avec la hausse des prix du carburant et du stationnement.

Conclusion de la troisième partie

La pollution atmosphérique aujourd'hui constatée en milieu urbain répond à une organisation des agglomérations qui a été bâtie autour de la voiture. Les habitants ont ainsi pris des habitudes dans ce sens et les politiques à venir ont pour mission de contrer cette tendance en plaçant les transports alternatifs au cœur des plans de circulation et de construction en zone péri urbaine. La promotion de ces modes passe par l'élargissement de l'offre en transports en commun, le développement des voies réservées aux modes doux et de l'intermodalité, la restriction du stationnement en centre-ville et des conditions de circulation des automobilistes. Toutes ces actions doivent être associées pour obtenir un résultat probant. L'une sans l'autre ne saurait avoir d'efficacité. Enfin, ces actes concrets doivent être combinés à des politiques de communication et de sensibilisation, indispensables pour aider les citoyens à comprendre les enjeux de la pollution de l'air, l'intérêt des politiques de transport et le rôle qu'ils ont à jouer.

Les communautés d'agglomération de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand peuvent affirmer qu'elles ont souscrit aux impératifs de la loi sur l'air en abordant chacune des thématiques suggérées dans leur PDU. Mais sur le terrain, la réalité se trouve être tout autre. Les politiques menées par les trois agglomérations ne répondent pas vraiment aux problèmes posés par la pollution de l'air. Elles sont menées en tant que politique de transports mais ne sont pas considérées par les aménageurs comme des actions à vocation environnementale. Seule La Rochelle a engagé des projets de façon précoce en France, en prenant en compte les impacts qu'a la circulation automobile sur la qualité de vie urbaine. De façon générale, les PDU font apparaître un manque d'études de planification des transports répondant aux problèmes locaux, liés à chaque contexte urbain. Les propositions sont assez similaires d'une agglomération à l'autre et suivent une trame commune, sans cerner réellement les nécessités locales des territoires. Les actions relèvent souvent d'un besoin consciencieux de répondre aux exigences mais ne constituent en aucun cas un véritable aménagement apte à changer les comportements : c'est notamment le cas des parcs relais de Limoges, de capacité trop restreinte, ou de ceux de Clermont-Ferrand, non intégrés aux transports collectifs. Il en est de même des voies cyclables de Limoges et Clermont-Ferrand, peu sécurisées et ne formant pas un réseau vaste et continu. Le faible nombre d'utilisateurs est d'ailleurs là pour témoigner du manque d'attractivité de ces installations, soulevant également un autre problème qu'est l'information des citoyens. Aux évolutions apportées aux modes de transports urbains devrait donc faire écho une plus grande coopération entre acteurs : les aménageurs, les associations locales de surveillance de la qualité de l'air, les associations d'utilisateurs, mais aussi les citoyens dans leur ensemble. L'élaboration des PDU a, certes, constitué une occasion de participation de ces derniers, mais cette situation a surtout été marquée à La Rochelle, et dans une moindre mesure à Clermont-Ferrand. De plus, le faible investissement des habitants lors des enquêtes publiques montre combien les questions de déplacements et de pollution sont absentes des préoccupations actuelles. Des efforts de sensibilisation et d'information relative aux modes de transport semblent donc nécessaires. Plus encore, la coopération devrait s'instaurer entre les collectivités locales elles-mêmes. Or, l'échelle de mise en application des PDU se distingue comme le point faible de ces outils. Le périmètre des communautés d'agglomération, trop restreint, ne permet pas d'englober toutes les mobilités entre les communes centres et leur périphérie, qui concernent désormais la totalité de l'aire urbaine. Les volontés de contrôle de l'étalement péri urbain, qui apparaissent comme un objectif indispensable, sont pour l'instant assez délaissées. Si la loi SRU de 2000 a

mis en relation planification des transports, aménagement urbain et pollution de l'air, les collectivités locales ne les ont pas encore associés. Les opérations destinées à modifier la voirie ignorent le plus souvent les mesures de pollution de l'air effectuées par les associations de surveillance. Enfin, l'amélioration des réseaux de transports en commun et des infrastructures dédiées à la pratique des modes doux ne peut suffire seule à modifier les usages. Celle-ci doit nécessairement être accompagnée de mesures de restriction de la place de la voiture. Les modifications de voirie et la limitation du stationnement dans les centres-villes ont été en partie réalisées, mais elles restent timides face à la prépondérance de l'automobile. Au-delà même des espaces centraux, il transparaît que l'accessibilité automobile est encore considérée comme le fil conducteur de l'urbanisation. De nouveaux axes sont construits et la réalisation de nouveaux pôles d'attraction périphériques à proximité des voies rapides n'est en rien freinée. Il sera pourtant nécessaire que les futures constructions, qu'elles soient d'ordre résidentiel, industriel ou commercial, s'adaptent aux dessertes en transports publics et que l'urbanisation et les transports se coordonnent autour d'une même volonté : réduire la pollution atmosphérique.

CONCLUSION

La pollution de l'air en milieu urbain relève de plusieurs sources dont les caractères ont évolué au gré de la transformation des villes moyennes. L'extension spatiale des villes et le fort développement de la péri urbanisation, depuis les années 1960 notamment, ont contribué à déplacer les habitations et, de ce fait, les sources de chauffage, mais aussi les établissements industriels, aujourd'hui concentrés à la périphérie des villes. La multiplication des pôles résidentiels, commerciaux et industriels au sein de l'espace périphérique a surtout eu un impact notable sur les mobilités des habitants. Le souhait de possession d'un pavillon individuel s'est accompagné de la généralisation d'un mode de déplacement devenu prépondérant : l'automobile. Celle-ci a occupé jusqu'à présent une place centrale dans les politiques de planification urbaine et de déplacements. Elle a conduit à modifier le paysage urbain et l'organisation des agglomérations, au sein desquelles les communes centres entretiennent d'étroites relations avec leurs communes périphériques. Cette nouvelle donne fait désormais du trafic automobile, la source de pollution urbaine principale, alors que des évolutions technologiques et juridiques ont permis une diminution des émissions issues des activités industrielles et des systèmes de chauffage. Les véhicules automobiles ont également bénéficié de ce type de dispositifs, grâce à l'établissement de normes européennes et d'améliorations des équipements antipollution ; mais la hausse considérable du nombre de voitures en circulation a masqué ces progrès.

Les agglomérations de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand se trouvent donc confrontées à ces enjeux d'ordres économique, sanitaire et social, issus des modifications des modes de vie. Ces problèmes ont été pris en considération dans le cadre de la loi sur l'air de 1996 tout d'abord, puis de la loi SRU de 2000 ensuite. Ces textes ont notamment permis le développement, l'uniformisation et l'intensification de la surveillance de la qualité de l'air à l'échelle de l'ensemble des agglomérations françaises de plus de 100 000 habitants. Même si des limites existent quant à la représentativité des sites de mesures, il paraît évident que les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) jouent un rôle crucial dans la connaissance des niveaux de pollution et la diffusion de ces informations auprès du grand public. Ces actions constituent la base indispensable à la prise en compte de la pollution de l'air dans les préoccupations environnementales actuelles. En outre, les lois sur l'air et SRU ont introduit un volet essentiel à la lutte contre les émissions atmosphériques urbaines : l'attention accordée aux mobilités et à l'organisation des agglomérations. En obligeant les agglomérations de plus de 100 000 habitants à mettre en œuvre un Plan de Déplacements Urbains (PDU), la loi sur l'air confie aux communautés d'agglomérations la charge de faire évoluer les habitudes de transport de leurs habitants. Plus encore, la loi SRU renforce le lien, indispensable, entre aménagement urbain et développement durable, en intégrant les transports à la planification urbaine.

Les outils destinés à limiter l'usage de l'automobile dans les déplacements quotidiens sont donc nombreux et visent à améliorer le potentiel d'attraction des modes alternatifs, représentés par les transports en commun et les modes doux (vélo et déplacements piétonniers). De plus, ils s'emparent de la thématique du stationnement, corollaire logique du recours à la voiture, et, surtout, s'attachent aux enjeux de la péri urbanisation, en ambitionnant de contrôler l'extension urbaine des zones résidentielles, mais aussi des zones commerciales ou industrielles, dans le but de renforcer les pôles existants et de densifier l'urbanisation autour des axes de transports en commun, tout en prônant la mixité des fonctions urbaines. Ces objectifs, clairement énoncés au sein des PDU des trois

agglomérations, font écho aux orientations introduites par le concept de "ville durable", dont l'ambition consiste à favoriser la recherche d'une ville compacte, caractérisée par des densités élevées de population, des déplacements courts et un meilleur usage des transports collectifs. Ces projets, affichés aussi bien dans les PDU que les Agendas 21, envisagent donc un même avenir pour les agglomérations, en s'attaquant à un coupable commun : l'automobile. Pourtant, ces documents répondent, au départ, à deux problématiques distinctes. Si les PDU, inaugurés par la Loi d'Orientation des Transports Intérieurs (LOTI) en 1982 et généralisés par la loi sur l'air de 1996, tendent à répondre *a priori* aux problèmes de pollution atmosphérique, les Agendas 21 s'inscrivent dans la lutte contre le réchauffement climatique, conséquence de l'accroissement des gaz à effet de serre d'origine anthropique. La différence entre ces deux préoccupations se révèle notamment dans le fossé médiatique qui les sépare, l'effet de serre occupant aujourd'hui une place bien plus grande que la pollution de l'air. Or, cette dernière tirerait vraisemblablement profit d'une approche intégrée, englobant l'air et le climat, mais aussi l'énergie, pour laquelle la diminution de l'usage de l'automobile permettrait de faire face à la pénurie annoncée des ressources pétrolières.

Si ces observations s'appuient sur un constat global, elles prennent une résonance encore plus marquée au sein des agglomérations de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand, caractérisées par une industrialisation modérée au regard de la moyenne nationale et par des problèmes de pollution assez faibles en comparaison de ceux que connaissent les grandes villes et les bassins industriels. La place occupée par la pollution de l'air dans les préoccupations s'y révèle insuffisante, mais contrastée. Pourtant, ces agglomérations ne sont pas à l'abri des impacts nocifs de la pollution. Des études épidémiologiques ont en effet révélé le rôle joué par celle-ci dans la morbidité et la mortalité, alors que les seuils définis pour les concentrations en NO₂, SO₂, PM10 et O₃ ne sont que très rarement dépassés. Ce constat suggère donc que le strict respect des normes n'est pas synonyme de protection totale et que ces villes moyennes, *a priori* peu concernées par la pollution atmosphérique et présentées comme telles dans leur communication, doivent s'attacher à limiter les émissions de polluants. La surveillance et les politiques de déplacements y trouvent donc une place non usurpée et ont un rôle clé à jouer.

Au sein de ces trois agglomérations, caractérisées par une assez faible présence industrielle, quelques installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) ont un impact sur la qualité de l'air. Les stations de mesure de type péri urbain de La Rochelle et Limoges, situées en marge des espaces centraux, révèlent des concentrations en PM10 et SO₂ ponctuellement élevées, dont les origines se situent dans l'effet combiné d'émissions d'établissements proches et de conditions aérologiques bien déterminées.

Les conditions météorologiques jouent en effet un rôle notable dans la concentration ou la dispersion des polluants, à différentes échelles temporelles et spatiales. Si les vitesses et directions des vents peuvent contribuer au déplacement des substances des lieux d'émissions vers des quartiers d'habitation, les températures influent sur les concentrations, amplifiant la pollution primaire en période hivernale et favorisant le développement de l'ozone en été. Dans ce dernier cas, les agglomérations de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand ont été, entre 1999 et 2006, soumises à des épisodes communs de pollution photochimique, notamment à l'occasion de la canicule du mois d'août 2003 ; ceci témoigne donc de l'influence des conditions météorologiques d'échelle synoptique. Mais l'agglomération de Clermont-Ferrand se détache des deux autres par une pollution moyenne globale en NO₂ et O₃ supérieure, conséquence de sa localisation, au cœur d'une site en demi-cuvette abrité à l'ouest par la chaîne des monts Dômes, néfaste à la dispersion de la pollution.

En outre, au-delà de ces problèmes, limités dans le temps et l'espace, le trafic automobile a, lui, un impact plus marqué et continu. Les nombreuses mobilités des habitants sont à l'origine d'une pollution en NO₂ et PM10 notamment, particulièrement présente entre le mardi et le vendredi. Alors que le site rural du Puy de Dôme, isolé des activités urbaines, n'est soumis qu'à une pollution primaire assez faible, les stations de type trafic, directement exposées à la proximité des voies de circulation des centres-villes, enregistrent les concentrations les plus élevées, parfois supérieures aux objectifs de qualité, voire aux valeurs limites pour la santé humaine.

L'étude des concentrations issues des mesures des AASQA, mais aussi des campagnes de mesure des taux de CO que nous avons effectuées au sein de l'hypercentre de Limoges, font ressortir les espaces centraux comme les plus vulnérables à la pollution, du fait d'un trafic assez dense et peu fluide, de vitesses de déplacement faibles et de rues parfois étroites. Ces divers facteurs constituent en effet des caractères propices aux émissions automobiles et à la concentration des polluants, mais peu favorables à la qualité de vie des populations et au confort, voire à la santé, des piétons et cyclistes. Ces réalités témoignent de la nécessité de mettre en œuvre des politiques de déplacements construites autour des modes alternatifs à la voiture, et non, comme c'est le cas depuis plusieurs décennies, autour de cette dernière. Pour gagner en efficacité, il semble évident que les actions destinées aux réaménagements de voirie nécessitent une coopération entre aménageurs et associations de surveillance de la qualité de l'air. Or, la situation réelle ne correspond pas à cette attente. Les communautés d'agglomération ne prennent pas véritablement en compte les études réalisées par les AASQA et, de façon générale, ne considèrent pas la pollution de l'air comme un enjeu des politiques d'environnement et d'aménagement. Ainsi, les actions engagées ou prévues dans le cadre des PDU ne constituent pas des réponses aux problèmes de pollution, mais seulement des mises en application simples des directives issues des lois sur l'air et SRU. Cette situation apparaît toutefois moins problématique à La Rochelle, où la qualité environnementale est davantage prise en compte qu'à Clermont-Ferrand et Limoges. La ville, puis la communauté d'agglomération de La Rochelle, ont en effet engagé, depuis plus de 30 ans, des opérations destinées à limiter l'impact de la circulation automobile sur la qualité de vie, et ont beaucoup plus associés les citoyens aux politiques mises en place. Leur communication révèle, elle aussi, une plus grande attention portée à la protection de l'environnement et au développement durable que celle de Clermont-Ferrand et surtout de Limoges.

Les aménagements découlant des PDU restent insuffisants au sein de chacune des trois agglomérations. D'une part, la limite la plus notable relève sans doute des échelles d'élaboration des PDU. Vouloir restreindre ces politiques de déplacements aux communautés d'agglomérations n'est pas cohérent avec les réalités d'organisation des agglomérations. Les échanges quotidiens entre communes centres et périphéries ne tiennent en effet pas compte des limites imposées par les coopérations intercommunales, qui procèdent de volontés politiques et ne s'accordent pas avec les réalités des mobilités, qui s'établissent au niveau des aires urbaines. D'autre part, même si les contenus des PDU énoncent des objectifs similaires, les actions concrètes diffèrent d'une agglomération à l'autre, avec parfois un déséquilibre assez fort. Les réseaux de transports en commun présentent des lacunes comparables, en privilégiant la desserte des espaces les plus denses au détriment des communes périphériques, notamment de deuxième couronne. Ces faiblesses ressortent tout particulièrement à Limoges, où le réseau urbain pâtit d'un net retard sur celui de La Rochelle ou Clermont-Ferrand, aussi bien quant aux fréquences de passage qu'aux facilités d'usage des transports collectifs. Ces derniers représentent pourtant le mode alternatif à la voiture le plus adapté aux déplacements périphérie-commune centre. Leur promotion paraît donc capitale et nécessite, outre des

améliorations liées aux dessertes, horaires, confort et tarifs, des coopérations plus étroites entre les différentes Autorités Organisatrices des Transports Urbains (communauté d'agglomération, département, région) que celles développées jusqu'alors. Dans ce contexte, La Rochelle bénéficie d'une avance certaine grâce à la mise en place, en 1999, d'un Syndicat Mixte de la Communauté Tarifaire en Charente-Maritime (SMCTCM), destiné à développer l'intermodalité entre les réseaux. Enfin, au contraire des transports publics, le vélo se pose en mode dédié aux déplacements de courte distance et peut notamment s'imposer au sein des espaces centraux. Cependant, la place qui lui est accordée reste encore trop restreinte, les voies dispersées et insuffisamment sécurisées. L'agglomération de Limoges présente de nouveau un manque d'adaptation à la tendance en vigueur, n'ayant pas encore développé de système de location de vélos. Par contraste, La Rochelle montre de nets avantages sur Limoges et Clermont-Ferrand – dont l'offre reste limitée – en ayant proposé ce type de dispositif dès 1976.

Il ressort donc clairement que l'automobile tient toujours une place prépondérante dans les aménagements urbains des trois agglomérations, l'accessibilité routière étant privilégiée dans la réalisation des zones d'activités, au détriment de l'usage des transports alternatifs. Au sein des centres-villes, les politiques de stationnement montrent également que le mode individuel reste favorisé. Des efforts sont, certes, réalisés dans le but de freiner la venue des automobilistes, au moyen d'une diminution du nombre de places et d'une hausse des tarifs, ainsi que par le biais de la création de parcs relais, destinés à développer l'intermodalité voiture-transports en commun. Mais la commodité du véhicule particulier oriente toujours les choix d'une large majorité d'utilisateurs et les parcs relais rencontrent un succès relativement modéré, en partie lié au manque d'informations les concernant et à des localisations parfois peu judicieuses. Les espaces piétonniers, concentrés en hypercentre, souffrent eux aussi d'une densité insuffisante au regard de la voirie encore ouverte aux véhicules motorisés.

Il est souvent évoqué que l'incitation doit être préférée à l'obligation, mais de telles mesures sont-elles suffisantes ?

Les habitants se disent prêts à changer leurs habitudes, mais leur faible participation aux enquêtes publiques précédant l'approbation des PDU témoigne d'un certain paradoxe, laissant envisager que la pollution et les déplacements n'occupent qu'une place restreinte dans leurs préoccupations, ce qui n'est sans doute pas systématiquement le cas. Il est sûr que les politiques destinées à limiter l'usage de la voiture doivent s'accompagner d'améliorations dans les transports en commun et les modes doux, afin de proposer une alternative apte à concurrencer l'automobile. Les conceptions de l'organisation urbaine doivent également évoluer, dans le sens d'une limitation de la péri-urbanisation désordonnée et d'un recentrage des zones résidentielles et d'activités autour des axes de transports urbains. La vulnérabilité des espaces centraux à la pollution doit enfin être prise en considération et la fermeture des voies étroites à la circulation motorisée permettrait de gagner en qualité atmosphérique, même si le périmètre d'application est trop restreint.

L'ensemble de ces actions est nécessaire pour espérer améliorer la qualité de l'air au sein de la totalité des agglomérations. Cependant, il semble réaliste de prendre acte du contexte actuel, dans lequel l'espace de vie et le véhicule individuel occupent une place centrale. Certes, l'automobile a contribué à l'amélioration de nos conditions de vie, en permettant notamment l'accès aux pavillons de périphérie pour de nombreuses familles, celles-ci désertant la densité des espaces centraux au profit d'un cadre plus aéré. Ce mode de vie, synonyme en son temps de réussite sociale et de confort, s'oppose au nouveau concept de ville compacte, dont la mixité des fonctions urbaines possède des atouts en termes

d'accessibilité, mais peut sembler inconfortable du point de vue de la densité de son habitat. Abandonner le confort actuel, soit changer radicalement son mode de vie, est donc impossible à court terme, sauf contrainte impérieuse, et donc utopiste. Mais la renonciation partielle à certaines habitudes est quant à elle envisageable, même si difficile et longue à mettre en œuvre. Tout repose sur un jeu entre l'individu et la collectivité, entre le "je" et le "nous", entre l'intérêt particulier et l'intérêt collectif ; car la puissance technologique est désormais collective et ce à toutes les échelles (locale, nationale, transnationale). Renoncer à l'individualisme actuel semble irréaliste. Mais à cette liberté acquise et devenue indispensable, il est nécessaire de fixer des limites. Au-delà de la quête du confort individuel, il faudrait donc rechercher les moyens permettant le bien-être général. Il faut en outre prendre appui sur les réalités actuelles : « plus personne ne peut plus être responsabilisé à titre individuel » (Jonas, 2000). L'état des sociétés contemporaines occidentales montre une vraie complexité : le respect de l'environnement et le principe de responsabilité face aux dommages causés (introduit par Hans Jonas) semblent aller à l'encontre des mécanismes des grandes entreprises et organisations, que sont l'expansion et la recherche du profit. Une restriction de la circulation automobile conduirait logiquement à une diminution des "besoins" et, par conséquent, des ventes, ce qui impliquerait une baisse de la production, générant un coût économique et social non négligeable. La solution réside, en fait, dans la possibilité que les idées deviennent des facteurs politiques capables de proposer, de fédérer, voire de contraindre. Mais cette éventualité n'est envisageable que dans un contexte économique non fondé sur le profit immédiat et la quête permanente de bien-être, de confort, et les mutations des comportements seront nécessairement très lentes. Des changements paraissent donc inéluctables, à toutes les échelles, du citoyen à l'État, chacun pouvant influencer l'autre dans la quête de ce nouveau fondement sociétal : réorganiser son cadre de vie dans une perspective de protection à long terme, en acceptant de renoncer à certains avantages.

Quoi qu'il en soit, une amélioration notable et rapide de la situation actuelle par la seule application des moyens exposés dans cette étude (lois, règlements, recommandations, ...), et qui constituent à ce jour la principale méthode envisagée pour aborder le problème, semble difficilement envisageable, car elle suppose que dans le même temps, et dans une démarche éco-citoyenne partagée :

- Les automobilistes renoncent aux avantages et au confort que leur procure la voiture individuelle (qui représente souvent l'un des premiers postes budgétaires de leur foyer) tout en acceptant un surplus de dépenses pour utiliser les modes de transports alternatifs ;
- Les élus, décideurs en matière de transports en commun, proposent aux usagers un hyper maillage du territoire, des fréquences de passage élevées, et des conditions de transport alliant confort et rapidité, pour un coût modeste en abandonnant la logique de rentabilité au profit de celle de service public.

Une telle démarche, qui consiste à adapter le comportement du citoyen à l'automobile, n'apparaît donc pas susceptible de porter ses fruits avant plusieurs décennies.

A l'opposé, l'adaptation de l'automobile au citoyen est plus riche de promesses, car elle n'impose pas de modifications majeures des habitudes et ne remet pas en cause l'existant en matière de dispersion de l'habitat dans les zones périphériques des villes. Les constructeurs automobiles se sont engagés avec détermination dans la conception et la réalisation de véhicules respectueux de l'environnement et, même si les modèles actuels sont largement perfectibles, les progrès réalisés chaque année sont suffisamment significatifs pour considérer cette approche comme extrêmement prometteuse.

Un schéma plausible d'amélioration de la qualité de l'air pourrait donc se développer en trois étapes :

- à court terme, la démarche actuellement poursuivie permettrait de responsabiliser les automobilistes en les sensibilisant à l'éco-citoyenneté par l'abandon progressif de certaines (mauvaises) habitudes les rendant plus tolérants en termes de partage de l'espace ; en particulier en restituant une grande partie des centres-villes aux piétons ;
- à moyen terme, le développement de masse des véhicules hybrides conduirait à un très net recul de la pollution urbaine ;
- à long terme, le tout électrique d'origine photovoltaïque se substituerait aux énergies fossiles et conduirait à une diminution globale importante de la pollution routière.

Il n'en demeure pas moins que, quelle que soit la solution émergente, l'amélioration de la qualité de l'air aura un coût non négligeable qui sera nécessairement supporté par l'utilisateur final ; et cet aspect financier du problème sera peut-être le moteur le plus important du changement des comportements individuels.

D'ores et déjà, les décideurs (politiques, associatifs, ...) et institutions compétentes pour modifier les modes de vie actuels (organisation urbaine, déplacements, ...) doivent prendre conscience de ces nécessités en plaçant les enjeux de la pollution atmosphérique au même niveau que la lutte contre les émissions de dioxyde de carbone et en traitant ces deux thématiques de façon intégrée. La prise de conscience des problèmes liés aux activités polluantes ne suffit pas à trouver les solutions adéquates : elle ne constitue qu'un préliminaire, mais un préliminaire indispensable cependant, à partir duquel les réponses doivent se construire, en prenant clairement et objectivement en compte toutes les réalités du moment. Même s'il manque une "dimension sociétale" au présent travail, on ne peut négliger l'importance de la société civile dans la lutte contre les émissions polluantes en milieu urbain. La prise en compte de la perception par les populations (en tant qu'individus isolés et en tant qu'associations) de la pollution et des solutions à envisager, doit trouver une place centrale dans cette construction.

BIBLIOGRAPHIE

- Air Normand, 2006, "Mesures de poussières PM10 à Dieppedalle du 17/08/05 au 19/09/05".
- Airparif, 2009, "Gaz à effet de serre et polluants atmosphériques – Vrais liens et fausses idées", *Airparif Actualité*, n°33 : 2-3.
- Almanach du Limousin, 1893.
- André, M, Hammarström, U, 2000, "Driving speeds in Europe for pollutant emissions estimation", *Transportation Research Part D*, n°5: 321-335.
- André, M, Rapone, M, 2009, "Analysis and modelling of the pollutant emissions from European cars regarding the driving characteristics and test cycles", *Atmospheric Environment*, n°43: 986-995.
- APPA Nord-Pas-de-Calais, 2008, "Intoxications au monoxyde de carbone" (<http://www.appanpc.fr>).
- Arbos, P, 1929, "Clermont-Ferrand – L'organisme urbain", *Revue de géographie alpine*, n°17-2 : 289-328.
- Arbos, P, 1932, *L'Auvergne*. Paris, Armand Colin, 128 p.
- Association Régionale pour la surveillance de la Qualité de l'Air en Limouin (ARQAL), 2000, "En ville sans ma voiture, Limoges : 22 septembre 2000. La qualité de l'air en quelques chiffres".
- Atmo Auvergne, 2003, "Ligne Nord-Sud du tramway de l'agglomération clermontoise. État initial de la qualité de l'air".
- Atmo Auvergne, 2008, "Campagne de mesure de la qualité de l'air à l'aide du laboratoire mobile Place Gaillard".
- Atmo Poitou-Charentes, 2008, "Caractérisation de l'activité de Rhodia La Rochelle sur la qualité de l'air".
- Atmo Poitou-Charentes, 2009, "Caractérisation de la qualité de l'air aux abords du Grand Port Maritime de La Rochelle".
- Baeriswyl, PA, 1997, "L'influence de différents régimes de vent sur la qualité de l'air en milieu alpin", *La Météorologie*, n°19.
- Baldi, I, Tessier, JF, Kauffmann, F, Jacqmin-Gadda, H, Nejjari, C, Salamon, R, 1999, "Prevalence of asthma and mean levels of air pollution: results from the French PAARC survey", *European Respiratory Journal*, n°14: 132-138.
- Bavay, R, Roussel, I, 1992, "Conditions atmosphériques et pollution photooxydante en Europe du Nord-Ouest : l'exemple de l'été 1989", *Pollution atmosphérique*, n°131 : 36-49.

- Beaumais, O, 2002, *Economie de l'environnement – Méthodes et débats*. Paris, La documentation française, 137 p.
- Beck, JP, Krzyzanowski, M, Koffi, B, 1999, *Tropospheric ozone in the European Union – The consolidated Report*. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities, 74 p.
- Beirão, G, Sarsfield Cabral, JA, 2007, "Understanding attitudes towards public transport and private car: A qualitative study", *Transport Policy*, n°14: 478-489.
- Beltrando, G, 2004, *Les climats – Processus, variabilité et risques*. Paris, Armand Colin, 260 p.
- Beltrando, G, Chémery, L, 1995, *Dictionnaire du climat*. Paris, Larousse, 344 p.
- Beltrando, G, Duché, S, Glandus, LM, 2010, "Variability of average daily ozone level in Ile de France and in 3 medium cities of west-central France (La Rochelle, Limoges and Clermont-Ferrand)". In : *European Geosciences Union General Assembly*. EGU, Vienne.
- Ben-Akiva, M, Morikawa, T, 2002, "Comparing ridership attraction of rail and bus", *Transport Policy*, n°9: 107-116.
- Bernadet, M, 1998, *Les transports en France : repères chiffrés tirés des comptes des transports de la Nation*. Paris, Economica, 143 p.
- Bernard-Gélabert, MC, 2003, *L'intercommunalité*. Paris, Librairie Générale de Droit et de Jurisprudence, 115 p.
- Berthelot, M, 2006, *Climat régional, climat local et pollution de l'air par l'ozone dans les agglomérations de Tours et d'Orléans*. Thèse, Université de Tours, 294 p.
- Bessemoulin, P, Bourdette, N, Courtier, P, Manach, J, 2004, "La canicule d'août 2003 en France et en Europe", *La Météorologie*, n°46 : 25-33.
- Betsch, B, 2003, *L'intercommunalité aujourd'hui*. Paris, MB Édition, 88 p.
- Bigot, S, Delbarre, H, Augustin, P, Freville, P, 2003, "Dispersion de la pollution atmosphérique par la brise de mer dans le Nord-Pas-de-Calais : Analyse des données de surface et télédétection par lidar", *Pollution atmosphérique*, n°179 : 391-403.
- Blanchard, CL, Fairley, D, 2001, "Spatial mapping of VOC and NOx-limitation of ozone formation in central California", *Atmospheric Environment*, n°35: 3861-3873.
- Bloc-Duraffour, P, 1999, *L'industrie française*. Paris, Armand Colin, 95 p.
- Bonnefoy, B, Frère, S, Maramotti, I, Moch, A, Roussel, I, 2003, "La perception de la pollution atmosphérique d'origine industrielle par les habitants de Dunkerque", *Pollution atmosphérique*, n°178 : 251-259.
- Boston, W, 2005, "Here comes the sun", *Time*: 52.

- Bozonnet, E, 2005, *Impact des microclimats urbains sur la demande énergétique des bâtiments : cas de la rue canyon*. Thèse, Université de La Rochelle, 176 p.
- Breheny, M, 1997, "Urban compaction: feasible and acceptable?", *Cities*, vol.14, n°4: 209-217.
- Brönnimann, S, Neu, U, 1997, "Weekend-weekday differences of near-surface ozone concentrations in Switzerland for different meteorological conditions", *Atmospheric Environment*, n°31: 1127-1135.
- Brunekreef, B, Sunyer, J, 2003, "Asthma, rhinitis and air pollution: is traffic to blame?", *European Respiratory Journal*, n°21: 913-915.
- Brunet, R, 1997, *Territoires de France et d'Europe (Raisons de géographe)*. Paris, Belin, 319 p.
- Brunet, R, Ferras, R, Théry, H, 2009, *Les mots de la géographie – Dictionnaire critique*. Paris, La Documentation Française, 518 p.
- Burnett, RT, Dales, RE, Brook, JR, Raizenne, ME, Krewski, D, 1997, "Association between ambient carbon monoxide levels and hospitalizations for congestive heart failure in the elderly in 10 Canadian cities", *Epidemiology*, n°8: 162-167.
- Burton, E, 2000, "The compact City: Just or just compact? A preliminary analysis", *Urban Studies*, vol.37, n°11: 1969-2006.
- Cantat, O, 2004, "L'îlot de chaleur urbain parisien selon les types de temps", *Norois*, n°191 : 75-105.
- Carrère, G, 1997, *Le transport en France*. Paris, Presses universitaires de France, 126 p.
- Cellule Interrégionale d'épidémiologie (Cire) Rhône-Alpes Auvergne, 2005, "Impact sanitaire de la pollution atmosphérique sur l'agglomération de Clermont-Ferrand".
- Certu, 2003, "Étude rétrospective et prospective des évolutions de la société française (1950-2030) sur les trajectoires des différentes agglomérations".
- Certu, 2006, *Schémas directeurs d'accessibilité de transports collectifs urbains : Analyse de cas*. Lyon, Certu, 68 p.
- Certu, ADEME, 2002, *Bilan des PDU de 1996 à 2001*. Lyon, Certu – Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement, 369 p.
- Chateaubriand (de), FR, 2008, *Cinq jours à Clermont (1805)*. Clermont-Ferrand, Paleo, 56 p.
- Cheng, WL, 2001, "Synoptic weather patterns and their relationship to high ozone concentrations in the Taichung Basin", *Atmospheric Environment*, n°35: 4971-4994.
- Chiquetto, S, 1997, "The environmental impacts from the implementation of a pedestrianization scheme", *Transportation Research Part D*, n°2: 133-146.

- Cicile, J, 1995, *La mobilité des personnes dans les grandes villes européennes : de la congestion automobile à la régulation de la demande*. Thèse, Université d'Aix-Marseille 1.
- CITEPA, 2006, "Emissions dans l'air en France métropolitaine".
- Clément, L, 1995, "La conjecture de M.J.H. Mogridge : test sur l'agglomération de Lyon", *Les Cahiers Scientifiques du Transport*, n°30 : 51-64.
- Cogliani, E, 2001, "Air pollution forecast in cities by an air pollution index highly correlated with meteorological variables", *Atmospheric Environment*, n°35: 2871-2877.
- Comité 21, 2002, *Lutte contre les changements climatiques : enjeux et initiatives d'acteurs français*. Paris, Comité 21, 161 p.
- Commission des communautés européennes, 2005, *Proposition de directive du parlement européen et du conseil concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe*. Bruxelles, 69 p.
- Communauté d'agglomération de La Rochelle, 2000, "PDU de l'agglomération de La Rochelle".
- Comrie, AC, 1994, "A synoptic climatology of rural ozone pollution at three forest sites in Pennsylvania", *Atmospheric Environment*, n°28: 1601-1614.
- Crawford, JH, 2000, *Carfree cities*. Utrecht, International Books, 323 p.
- Crawford, M, Wilson, R, 1996, "Low dose linearity: the rule or the exception ?", *Human and Ecological Risk Assessment*, n°2: 305-330.
- Dab, W, Roussel, I, 2001, *L'air et la ville*. Paris, Hachette Littératures, 219 p.
- Dahech, S, 2007, *Le vent à Sfax (Tunisie), impacts sur le climat et la pollution atmosphérique*. Thèse, Université de Paris 7, 309 p.
- Dahech, S, Beltrando, G, Quénot, H, 2006, "Brise de mer et pollution atmosphérique à Sfax (Tunisie)", *Pollution atmosphérique*, n°190 : 211-223.
- Delafosse, M, 1985, *Histoire de La Rochelle*. Toulouse, Privat, 306 p.
- Deletraz, G, 2002, *Géographie des risques environnementaux liés aux transports routiers en montagne. Incidences des émissions d'oxydes d'azote en vallées d'Aspe et de Bariatou (Pyrénées)*. Thèse, Université de Pau et des Pays de l'Adour, 563 p.
- Delsey, J, 2002, *Quels sont les facteurs influençant les émissions des véhicules ?* Paris, La Documentation française, 43 p.
- Desforges, M, 2002, *Limoges – Petite histoire d'une grande ville*. Paris, Lucien Souny, 156 p.
- Desse, R-P, 2001, *Le nouveau commerce urbain*. Rennes, Presses universitaires de Rennes, 198 p.
- De Witte, A, Macharis, C, Mairesse, O, 2008, "How persuasive is 'free' public transport? A survey among commuters in the Brussels Capital Region", *Transport Policy*, n°15: 216-224.

- D'Helf-Blanchard, M, 2005, "Synthèse des évaluations d'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine en France de 1995 à 2002", *Bulletin Epidémiologique hebdomadaire*, n°19 : 85-86.
- Diebolt, W, Helias, A, Bidou, D, Crepey, G, 2005, *Les inégalités écologiques en milieu urbain*. Paris, Ministère de l'écologie et du développement durable, 71 p.
- Dockery, D, Pope, A, 1996, "Epidemiology of acute health effects: summary of time-series studies" in Wilson, R, Dir, *Particles in our Air: concentrations and health effects*. Boston, Harvard University Press, 254: 123-147.
- Dorier-Apprill E, 2006, *Ville et environnement*. Paris, Sedes, 500 p.
- Drobenko, B, 2002, "Les villes durables". In : *Mondialisation et droit de l'environnement (1^{er} Séminaire International de Droit de l'Environnement : Rio +10)*. Université de Limoges, CIDCE, ESMPU, Rio de Janeiro, 149-171.
- Dudouit Fichet, A, 2006, *Brise de mer et brise de terre et risque de pollution photochimique dans la région caennaise (Basse-Normandie)*. Thèse, Université de Caen/Basse-Normandie, 444 p.
- Dumolard, P, Dubus, N, Charleux, L, 2003, *Les statistiques en géographie*. Paris, Belin, 236 p.
- Dupuy, G, 1999, *La dépendance automobile : symptômes, analyses, diagnostic, traitements*. Paris, Anthropos-Economica, 157 p.
- Ebner, P, Le Moullec, Y, Weill, A, 2005, *Pollution par les particules atmosphériques : état des connaissances et perspectives de recherche*. Paris, La Documentation française, 279 p.
- Edwards, M, Mackett, RL, 1996, "Developing new urban public transport systems: an irrational decision-making process", *Transport Policy*, n°3: 225-239.
- Emelianoff, C, 2007, "La ville durable : l'hypothèse d'un tournant urbanistique en Europe", *L'Information géographique*, n°71 : 48-65.
- Ericsson, E, 2001, "Independent driving pattern factors and their influence on fuel-use and exhaust emission factors", *Transportation Research Part D*, n°6: 325-345.
- Escourrou, G, 1991, *Le climat et la ville*. Paris, Nathan, 183 p.
- Escourrou, G, 1996, *Transports, contraintes climatiques et pollutions*. Paris, Sedes, 172 p.
- Estienne, P, 1972, "Clermont-Ferrand en 1973", *L'information géographique*, n°5 : 209-220.
- European Federation of Clean Air and Environmental Protection Associations, 2010, "Linking air pollution and climate change" (<http://efca.net/>).
- Evans, J, Wolff, S, 1996, "Modeling of air pollution impacts: one possible explanation of the observed chronic mortality" in Wilson, R, Dir, *Particles in our Air: concentrations and health effects*. Boston, Harvard University Press, 254: 189-204.

- Félice (de), P, 2001, *L'effet de serre – Un changement climatique annoncé*. Paris, L'Harmattan, 176 p.
- FitzRoy, F, Smith, I, 1998, "Public transport demand in Freiburg: why did patronage double in a decade?", *Transport Policy*, n°5: 163-173.
- Frere, S, 2005, *Concertation et décision dans les dispositifs de planification de la Loi sur l'air (1996) : études dans le Nord-Pas-de-Calais*. Thèse, Université de Lille, 373 p.
- Friedman, MS, Powell, K, Hutwagner, L, Graham, L, Teague, G, 2001, "Impact of changes in transportation and commuting behaviors during the 1996 Summer Olympic Games in Atlanta on air quality and childhood asthma", *Journal of the American Medical Association*, n°285: 897-905.
- Gagneur, J, Pradeilles, J-C, 1979, "Les transports urbains en province", *Économie et statistique*, n°109-1 : 41-56.
- Gakomo, JD, 1999, *La petite et moyenne industrie dans l'agglomération clermontoise*. Thèse, Université Blaise Pascal Clermont-Ferrand, 529 p.
- Garcia, J, Colosio, J, 2001, *Les indices de qualité de l'air – Élaboration, usages et comparaisons internationales*. Paris, Presse de l'École des Mines de Paris, 118 p.
- GART (Groupement des Autorités Responsables de Transport), 2005, "Financement du transport public", *La Lettre du GART*, n° spécial financement : 1-8.
- Gehrig, R, Buchmann, B, 2003, "Characterising seasonal variations and spatial distribution of ambient PM10 and PM2.5 concentrations based on long-term Swiss monitoring data", *Atmospheric Environment*, n°37: 2571-2580.
- Girard, V, 2004, "Avenir d'une identité industrielle et gestion du ou des risque(s) : Pierre-Bénite dans le couloir de la chimie", *Les Annales de la recherche urbaine*, n°95 : 27-33.
- Glandus, LM, 2006, *Géographie de l'air : impact de la pollution sur la vie des populations dans l'agglomération de Limoges*. Mémoire de Master 2, Université de Limoges, UFR des Lettres et Sciences Humaines de Limoges, 100 p.
- Glandus, LM, Beltrando, G, 2008, "Fluctuations de la pollution et météorologie : étude comparative sur La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand". In : *Climat et risques climatiques en Méditerranée*. AIC, Montpellier, 283-288.
- Glandus, LM, Dahech, S, Beltrando, G, 2010, "Aspects de la variabilité spatio-temporelle du CO dans le centre de Limoges : apport des mesures itinérantes". In : *Journées Interdisciplinaires de la Qualité de l'Air*. APPA, Villeneuve d'Ascq.
- Global Atmospheric Pollution Forum, 2009, "Main Conclusions". In : *Conference on Air pollution and climate change. Developing framework for integrated co-benefits strategies*. Stockholm Environment Institute (SEI), Stockholm, Septembre 2008 (www.gapforum.org).
- Godard, A, Tabeaud, M, 2004, *Les climats – Mécanismes, variabilité, répartition*. Paris, Armand Colin, 217 p.

Grotenhuis, JW, Wiegmans, BW, Rietveld, P, 2007, "The desired quality of integrated multimodal travel information in public transport: Customer needs for time and effort savings", *Transport Policy*, n°14: 27-38.

Groupe Chadule, 1994, *Initiation aux pratiques statistiques en géographie*. Paris, Masson, 200 p.

Guesquiere, H, 2004, *Étude de l'influence du vieillissement sur le comportement de nappes céramiques réfractaires pour convertisseurs catalytiques*. Projet de fin d'études, ENSCI Limoges, 29 p.

Hajat, S, Haines, A, Atkinson, RW, Bremner, SA, Anderson, HR, Emberlin, J, 2001, "Association between Air Pollution and Daily Consultations with General Practitioners for Allergic Rhinitis in London, United Kingdom", *American Journal of Epidemiology*, n°153: 704-714.

Hansen, J, 2004, "Réchauffement global : une bombe à retardement ?", *Pour la science*, n°318 : 51-56.

Hargreaves, PR, Leidi, A, Grubb, HJ, Howe, MT, Mugglestone, MA, 2000, "Local and seasonal variations in atmospheric nitrogen dioxide levels at Rothamsted, UK, and relationships with meteorological conditions", *Atmospheric Environment*, n°34: 843-853.

Hillman, M, 1992, "The role of walking and cycling in Public Policy", *Consumer Policy Review*, n°2.

Hine, J, Scott, J, 2000, "Seamless, accessible travel: users' views of the public transport journey and interchange", *Transport Policy*, n°7: 217-226.

Holmes, NS, Morawska, L, Mengersen, K, Jayaratne, ER, 2005, "Spatial distribution of submicrometre particles and CO in an urban microscale", *Atmospheric Environment*, n°39: 3977-3988.

Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité, 1989, *Un milliard de déplacements par semaine : la mobilité des Français*. Paris, La documentation française, 293 p.

INVS, DRASS Poitou-Charentes, Cire Centre-Ouest, 2001-2002, "Evaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine – Agglomérations d'Angoulême, Niort et Poitiers".

Jamot, C, 2001, "Clermont-Ferrand", *MappeMonde*, n°64 : 30-35.

Janoueix-Yacono, D, 1993, "La complexité de la pollution atmosphérique", *Cahiers de géographie physique (Université des sciences et technologies de Lille)*, n°9 : 3-31.

Janoueix-Yacono, D, 1995, "Rapport entre la brise de mer ou de lac, structure de la couche limite planétaire et pollution atmosphérique sur les plaines littorales urbanisées". In : *Climat, pollution atmosphérique, santé, Hommage à Gisèle Escourrou*. Groupement de recherche Climat et Santé, Dijon, 177-201.

JMJ Conseil, 2003, Impact des politiques de stationnement sur la circulation et l'environnement. Paris, Ministère de l'Équipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer – Direction de la Recherche et des Affaires scientifiques et techniques, 82 p.

Jonas, H, 2000, *Une éthique pour la nature*. Paris, Editions Desclée de Brouwer, 159 p.

Jones, AM, Harrison, RM, Baker, J, 2010, "The wind speed dependence of the concentrations of airborne particulate matter and NOx", *Atmospheric Environment*, n°44: 1682-1690.

Kaufmann, V, Jemelin, C, Guidez, JM, 2001, *Automobile et modes de vie urbains : quel degré de liberté ?* Paris, La Documentation française – Predit, 167 p.

Kenyon, S, Lyons, G, 2003, "The value of integrated multimodal traveller information and its potential contribution to modal change", *Transportation Research Part F*, n°6: 1-21.

Kergomard, C, 2007, "Introduction" in Scarwell, H-J, Kergomard, C, Laganier, R, Dir, *Environnement et gouvernance des territoires : enjeux, expériences et perspectives en région Nord-Pas-de-Calais*. Villeneuve d'Ascq, Presses Universitaires du Septentrion, 388 : 21-30.

Kim, JJ, Kim, DY, 2009, "Effects of a building's density on flow in urban areas", *Advances in Atmospheric Sciences*, n°26 : 45-56.

Kingham, S, Dickinson, J, Copsey, S, 2001, "Travelling to work: will people move out of their cars", *Transport Policy*, n°8: 151-160.

Kiss, A, Shelton, D, 2000, *Traité de droit européen de l'environnement*. Paris, Frison-Roche, 554 p.

Koffi, B, 2002, *Que sait-on de la pollution photochimique urbaine ?* Paris, La documentation française, 101 p.

Kunstler, JH, 2005, *La fin du pétrole. Le vrai défi du XXIe siècle*. Paris, Plon, 371 p.

Laborde, JP, Mouhous, N, 1998, *Notice d'utilisation du logiciel Hydrolab*. Université de Nice-Sophia Antipolis - UMR 5651 Espace CNRS, Equipe Gestion et Valorisation de L'Environnement, 43 p. <http://91.121.162.160/MOD/Hydrolab/Utilisation.pdf>

Larivière, JP, 1968, *L'industrie à Limoges et dans la vallée limousine de la Vienne*. Paris, Presses Universitaires de France, 177 p.

Lebeau, R, 2004, *Les grands types de structures agraires dans le monde*. Paris, Armand Colin, 182 p.

Lee, IY, Park, HM, 1994, "Parameterization of the pollutant transport and dispersion in urban street canyons", *Atmospheric Environment*, n°28: 2343-2349.

Leme Machado, PA, 2002, "Principes de droit de l'environnement : qualité de vie saine, accès aux ressources environnementales et participation". In : *Mondialisation et droit de l'environnement (1^{er} Séminaire International de Droit de l'Environnement : Rio +10)*. Université de Limoges, CIDCE, ESMPU, Rio de Janeiro, 23-32.

- Lepage, C, 1998, *On ne peut rien faire Madame le ministre*. Paris, Albin Michel, 290 p.
- Leriche, P, 2003, *Les situations météorologiques associées aux épisodes de pollution atmosphérique dans la région lilloise*. Thèse, Université de Lille, 195 p.
- Lévy, J, Lussault, M, 2003, *Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés*. Paris, Belin, 1033 p.
- Lig'Air (Surveillance de la qualité de l'air en région Centre), 2008, "Simulation de l'impact des aménagements urbains sur la qualité de l'air".
- Limair, 2002-2004, "Etude comparative entre les données météorologiques et les concentrations en dioxyde de soufre au Palais-sur-Vienne".
- Limair, 2004, "Mesure des concentrations en dioxyde de soufre sur la commune du Palais-sur-Vienne".
- Limoges Métropole, 2003, "PDU de l'agglomération de Limoges".
- Limoges Métropole, 2004, "Programme Local de l'Habitat – Orientations".
- Limoges Métropole, 2006, "Enquête Ménages Déplacements de Limoges".
- Limoges Métropole, 2008, "Agenda 21 Limoges Métropole".
- Loiseau, F, Laferrère, G, 2003, "Dans les villes-vélo ça bouge !", *Ville & vélo*, n°7 : 9-15.
- Lonati, G, Giugliano, M, Cernuschi, S, 2006, "The role of traffic emissions from weekends' and weekdays' fine PM data in Milan", *Atmospheric Environment*, n°40: 5998-6011.
- Mackett, RL, Edwards, M, 1998, "The impact of new urban public transport systems: will the expectations be met?", *Transportation Research Part A*, n°32: 231-245.
- Maignant, G, 2002, *Pollution et développement durable des villes françaises : étude de cas (Nice, Marseille, Lyon et Paris)*. Thèse, Université de Nice-Sophia Antipolis, 460 p.
- Mainet, H, Edouard, JC, 2009, "Les limites de l'aire urbaine : la difficile cohérence entre espaces fonctionnels et territoires de gestion" in Chignier-Riboulon, F, *Clermont-Ferrand, ville paradoxale*. Clermont-Ferrand, Presses Universitaires Blaise Pascal, 176 : 13-15.
- Martens, K, 2004, "The bicycle as a feeding mode: experiences from three European countries", *Transportation Research Part D*, n°9: 281-294.
- Martin, N, 2008, *La pollution par l'ozone et la climatologie dans un espace méditerranéen : les Alpes-Maritimes*. Thèse, Université de Nice-Sophia Antipolis, 281 p.
- Masclat, P, 2005, *Pollution atmosphérique – Causes, conséquences, solutions, perspectives*. Paris, Ellipses, 213 p.
- Mattson, ME, Pollack, ES, Cullen, JW, 1987, "What are the odds that smoking will kill you ?", *American Journal of Public Health*, n°77: 425-431.
- Merlin, P, 1984, *La planification des transports urbains*. Paris, Masson, 220 p.

- Merlin, P, 1991, *L'urbanisme*. Paris, Presses Universitaires de France, 127 p.
- Merlin, P, 1995, *Les techniques de l'urbanisme*. Paris, Presses Universitaires de France, 127 p.
- Merriman, JM, 1990, *Limoges la ville rouge. Portrait d'une ville révolutionnaire*. Paris, Belin, 494 p.
- Ministère de la qualité de la vie – Secrétariat d'État à l'environnement – Direction de la prévention des pollutions et nuisances, 1976, *Réseaux de mesure de la pollution atmosphérique*. Neuilly-sur-Seine, 22 p.
- Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, 2007, "Bilan de la qualité de l'air en France en 2006 et des principales tendances observées au cours de la période 1999-2006".
- Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie, 2003, *L'industrie dans les régions*. Paris, Les Editions de l'Industrie, 513 p.
- Ministère de l'Équipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer - Direction des Transports terrestres, 2003, *Les transports publics urbains en France*. Lyon, Certu, 115 p.
- Mission Interservices de l'Aménagement, 2007, "Regards de l'État sur le territoire du Grand Clermont".
- Mogridge, MJH, 1997, "The self-defeating nature of urban road capacity policy: A review of theories, disputes and available evidence", *Transport Policy*, n°4: 5-23.
- Monédiaire, G, 1998, "A propos de la décision publique en matière d'environnement" in Clam, J, Martin, G, Dir, *Les transformations de la régulation juridique*. Paris, Librairie Générale de Droit et de Jurisprudence, 454 : 105-136.
- Morris, RD, Naumova, EN, Munasinghe, RL, 1995, "Ambient air pollution and hospitalization for congestive heart failure among elderly people in seven large US cities", *American Journal of Public Health*, n°8: 1361-1365.
- Moussiopoulos, N, Sahm, P, Turlou, PM, Friedrich, R, Simpson, D, Lutz, M, 2000, "Assessing ozone abatement strategies in terms of their effectiveness on the regional and urban scales", *Atmospheric Environment*, n°34: 4691-4699.
- Newman, P, 1995, "Public transit: the key to better cities", *Siemens Review*, n°3: 42-46.
- Nicolai, T, Carr, D, Weiland, SK, Duhme, H, Von Ehrenstein, O, Wagner, C, Von Mutius, E, 2003, "Urban traffic and pollutant exposure related to respiratory outcomes and atopy in a large sample of children", *European Respiratory Journal*, n°21: 956-963.
- Noin, D, 2001, *Le nouvel espace français*. Paris, Armand Colin, 250 p.
- Noirjean, S, Merle, T, 2005, "Intégration des politiques de mobilité et de planification urbaine", *Les cahiers du Développement urbain durable*, n°1 : 91-109.

OCDE/CEMT, 1995, *Transports urbains et développement durable*. Paris, Editions de l'OCDE, 268 p.

Oetl, D, Goulart, A, Degrazia, G, Anfossi, D, 2005, "A new hypothesis on meandering atmospheric flows in low wind speed conditions", *Atmospheric Environment*, n°39: 1739-1748.

Offner, JM, 2003, "Les Plans de Déplacements Urbains (1996-2002)" in Pumain, D, Mattei, MF, Dir, *Données urbaines*. Paris, Anthropos-Economica, 429 : 379-386.

Offner, JM, 2005, "Déplacements urbains et politiques des transports", *Cahiers français*, n°328 : 51-58.

Offner, JM, Pourchez, C, 2007, *La ville durable. Perspectives françaises et européennes*. Paris, La Documentation française, 119 p.

Oke, TR, 1973, "City size and heat urban island", *Atmospheric Environment*, n°7: 769-779.

Özkaynak, H, Spengler, J, 1996, "The role of outdoor Particulate matter in assessing human exposure" in Wilson, R, Dir, *Particles in our Air: concentrations and health effects*. Boston, Harvard University Press, 254: 63-84.

Perrin, R, 1976, *Pollutions et nuisances d'origine industrielle et urbaine dans l'aire métropolitaine marseillaise*. Thèse, Université de Nice, 697 p.

Poitou, J, 2003, "Climat et effet de serre", *Biofutur*, n°235 : 22-27.

Pomonti, V, 2003, *Nuisances environnementales du trafic automobile et organisation de l'espace et des transports urbains. Étude comparée de trois métropoles européennes : Athènes, Amsterdam, Paris*. Thèse, Université d'Orléans, 617 p.

Pont, V, Fontan, J, Lopez, A, 2000, "Local and regional contributions to photochemical atmospheric pollution in southern France", *Atmospheric Environment*, vol 29: 5209-5223.

Pope, A, Dockery, D, 1996, "Epidemiology of chronic health effects: cross-sectional studies" in Wilson, R, Dir, *Particles in our Air: concentrations and health effects*. Boston, Harvard University Press, 254: 149-167.

Prats, A, 1982, *Contribution à l'étude de la pollution atmosphérique d'une zone urbaine et industrielle à Toulouse*. Thèse, Université Paul Sabatier, 253 p.

Préfecture de la Haute-Vienne, 2001, "Plan Régional pour la Qualité de l'Air (PRQA) en Limousin".

Pucher, J, Kurth, S, 1996, "Verkehrsverbund: the success of regional public transport in Germany, Austria and Switzerland", *Transport Policy*, n°2: 279-291.

Qin, Y, Tonnesen, GS, Wang, Z, 2004, "Weekend/weekday differences of ozone, NO_x, CO, VOCs, PM₁₀ and the light scatter during ozone season in southern California", *Atmospheric Environment*, n°38: 3069-3087.

- Quenol, H, Bridier, S, Frangi, JP, Beltrando, G, De Rosny, G, 2006, "Space-time variability factors from air pollution inside Paris by CO measurement", *Erdkunde*, n°60/1: 40-50.
- Raaschou-Nielsen, O, Nielsen, ML, Gehl, J, 1995, "Traffic-related air pollution: exposure and health effects in Copenhagen street cleaners and cemetery workers", *Environmental Health*, n°50: 207-213.
- Rérat, P, 2006, "Mutations urbaines, mutations démographiques. Contribution à l'explication de la déprise démographique des villes-centres", *Revue d'économie régionale et urbaine*, n°5 : 725-750.
- Richert, P, 1995, *La surveillance de la qualité de l'air*. Paris, Imprimerie nationale, 188 p.
- Richert, P, 2007, *Qualité de l'air et changement climatique : un même défi, une même urgence*. Paris, La Documentation française, 143 p.
- Rietveld, P, Daniel, V, 2004, "Determinants of bicycle use: do municipal policies matter?" *Transportation Research Part A*, n°38: 531-550.
- Rodriguez, DA, Joonwon, J, 2004, "The relationship between non-motorized mode choice and the local physical environment", *Transportation Research Part D*, n°9: 151-173.
- Roussel, I, Charles, L, 2006, "Pollution atmosphérique et proximité", *Pollution atmosphérique*, n°190 : 175-182.
- Roussel, I, Charles, L, 2007, "L'impossible territorialisation de la qualité de l'air" in Scarwell, H-J, Kergomard, C, Laganier, R, Dir, *Environnement et gouvernance des territoires : enjeux, expériences et perspectives en région Nord-Pas-de-Calais*. Villeneuve d'Ascq, Presses Universitaires du Septentrion, 388 : 109-164.
- Roussel, I, Charles, L, Frère, S, 2007, "La qualité de l'air, du local au global : quelle gouvernance pour une subsidiarité efficace ?" in Scarwell, H-J, Kergomard, C, Laganier, R, Dir, *Environnement et gouvernance des territoires : enjeux, expériences et perspectives en région Nord-Pas-de-Calais*. Villeneuve d'Ascq, Presses Universitaires du Septentrion, 388 : 243-297.
- Ruffieux, D, 1991, "Quelques aspects de la ventilation et de la pollution de l'air dans l'agglomération de Denver (USA)" in Roten, M, Dir, *Climat urbain et qualité de l'air*. Fribourg, Publications de l'Association Internationale de Climatologie, 310 : 15-22.
- Sælensminde, K, 2004, "Cost-benefit analyses of walking and cycling track networks taking into account insecurity, health effects and external costs of motorized traffic", *Transportation Research Part A*, n°38: 593-606.
- Scarwell, HJ, 2007, "Espaces et échelles d'intervention : la gestion de l'eau du XVIIIe siècle à nos jours dans le Nord-Pas-de-Calais" in Scarwell, H-J, Kergomard, C, Laganier, R, Dir, *Environnement et gouvernance des territoires : enjeux, expériences et perspectives en région Nord-Pas-de-Calais*. Villeneuve d'Ascq, Presses Universitaires du Septentrion, 388 : 39-87.
- Schéou, B, 1997, *Modélisation des déplacements domicile-travail en milieu péri-urbain. Le cas de la région lyonnaise*. Thèse, Université de Lyon II, 306 p.

- Schmidt, G, 2004, "La fulgurante ascension du méthane", *La Recherche*, n°378 : 48-53.
- SMTC, 2001, "Plan de Déplacements Urbains de l'agglomération clermontoise".
- SMTC, 2003, "Enquête Ménages Déplacements de l'agglomération clermontoise".
- Spengler, J, Wilson, R, 1996, "Emissions, Dispersion and Concentration of Particles" in Wilson, R, Dir, *Particles in our Air: concentrations and health effects*. Boston, Harvard University Press, 254: 41-62.
- Steg, L, Vlek, C, Slotegraaf, G, 2001, "Instrumental-reasoned and symbolic-affective motives for using a motor car", *Transportation Research Part F*, n°4: 151-169.
- Stradling, SG, Meadows, ML, Beatty, S, 2000, "Helping drivers out of their cars: Integrating transport policy and social psychology for sustainable change", *Transport Policy*, n°7: 207-215.
- Taha, H, 1997, "Urban climates and heat islands: albedo, evapotranspiration and anthropogenic heat", *Energy and buildings*, n°25: 99-103.
- Tannier, C, 2009, "Formes de villes optimales, formes de villes durables. Réflexion à partir de l'étude de la ville fractale", *Espaces et sociétés*, n°138 : 153-171.
- Tissot, S, 1999, "Toxicité des particules émises par la circulation automobile", *INERIS*.
- Troped, PJ, Saunders, RP, Pate, RR, Reininger, B, Addy, CL, 2003, "Correlates of recreational and transportation physical activity among adults in a New England community", *Preventive Medicine*, n°37: 304-310.
- Usine nouvelle (L'), ADEME, 2005, *Pollutions olfactives*. Paris, Dunod, 388 p.
- Utell, M, Samet, J, 1996, "Airborne Particles and Respiratory disease: clinical and pathogenetic considerations" in Wilson, R, Dir, *Particles in our Air: concentrations and health effects*. Boston, Harvard University Press, 254: 169-188.
- Vanderstraeten, P, Willette, F, Dumont, G, 1996, "Working day versus nonworking day ambient ozone concentrations in Brussels and in Belgium" in Borrell, PM, Borrell, P, Kelly, K, Cvitas, T, Seiler, W, Ed, *Proceedings of EUROTRAC Symposium*. Southampton, Computational Mechanics Publications, Vol.1.
- Vazeille, A, 1956, *Clermont-Ferrand et la chaîne des Puys*. Paris, Le Centurion, 91 p.
- Vecchi, R, Valli, G, 1999, "Ozone assessment in the southern part of the Alps", *Atmospheric Environment*, n°33: 97-109.
- Vennin, A, Ecolivet, F, 2000, *La qualité de l'air – Normes et procédures*. Paris, Imprimerie nationale, 393 p.
- Verplanken, B, Aarts, H, Van Knippenberg, A, 1997, "Habit, information acquisition and the process of making travel mode choices", *European Journal of Social Psychology*, n°27: 539-560.

Vignati, E, Berkowicz, R, Hertel, O, 1996, "Comparison of air quality in streets of Copenhagen and Milan in view of the climatological conditions", *The Science of the Total Environment*, n°189: 467-473.

Ville de Clermont-Ferrand, 2006, "L'agenda 21 de Clermont-Ferrand".

Ville de Limoges, 2005, "L'agenda 21 de Limoges".

Vlieger, ID, Keukeleere, DD, Kretzschmar, JG, 2000, "Environmental effects of driving behavior and congestion related to passenger cars", *Atmospheric Environment*, n°34: 4649-4655.

Vrain, P, 2003, "Ville durable et transports : automobile, environnement et comportements individuels", *Innovations*, n°18 : 91-112.

Vuchic, VR, 1991, "Recognizing the value of rail transit", *Transportation Research News*, n°156: 13-19.

Wardman, M, Tight, M, Page, M, 2007, "Factors influencing the propensity to cycle to work", *Transportation Research Part A*, n°41: 339-350.

Xiaomin, X, Zhen, H, Jiasong, W, 2006, "The impact of urban street layout on local atmospheric environment", *Building and Environment*, n°41: 1352-1363.

Zhang, A, Gao, C, Zhang, L, 2005, "Numerical simulation of the wind field around different building arrangements", *Journal of wind engineering and industrial aerodynamics*, n°12: 891-904.

LOIS ET DÉCRETS

Loi n° 82-1153 du 30 décembre 1982 : Loi d'Orientation des Transports Intérieurs (LOTI)

Loi n°96-1236 du 30 décembre 1996 : Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie (LAURE)

Décret n° 98-360 du 6 mai 1998 relatif à la surveillance de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé et sur l'environnement, aux objectifs de qualité de l'air, aux seuils d'alerte et aux valeurs limites

Loi n°99-586 du 12 juillet 1999 : Loi relative au renforcement et à la simplification de la coopération intercommunale

Loi n°2000-1208 du 13 décembre 2000 : Loi relative à la Solidarité et au Renouvellement Urbain (SRU)

Loi n°2005-102 du 11 février 2005 : Loi pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées

SITES INTERNET

<http://transclermont.itrams.net/>

<http://vivelevelo17.free.fr/>

<http://www.ademe.fr/>

<http://www.atmo-france.org/fr/>

<http://www.bfs.admin.ch/>

<http://www.certu.fr>

<http://www.citepa.org/>

<http://www.civitas-initiative.org/>

<http://www.covoiturageauvergne.net/>

<http://www.developpement-durable.gouv.fr>

<http://www.ifen.fr/> (données essentielles relatives au transport intérieur de marchandises)

<http://www.ign.fr/>

<http://www.ineris.fr/> (fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques)

<http://www.infoclimat.fr>

<http://www.insee.fr/>

<http://www.installationsclassees.ecologie.gouv.fr/>

<http://www.legifrance.gouv.fr/>

<http://france.meteofrance.com/>

<http://www.pollutionsindustrielles.ecologie.gouv.fr/>

<http://www.ville-larochelle.fr/videotheque/>

<http://www.ville-limoges.fr/>

ANNEXES

Annexe 1 : Principaux établissements polluants recensés sur les trois agglomérations

Annexe 2 : Lacunes des séries de données des mesures des quatre polluants issues des dix stations sélectionnées sur les trois agglomérations

Annexe 3 : Description des analyses statistiques effectuées pour l'étude des données de pollution sur les trois agglomérations

Annexe 4 : Questionnaire soumis à la population de Limoges et sa première couronne en 2006

Annexe 5 : Dessertes des communautés d'agglomération de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand par les réseaux de transports en commun

Annexe 1 : Principaux établissements polluants recensés sur les trois
agglomérations

	Etablissement	Secteur d'activité	Activité
Limoges	Allia	Industries minérales	Fabrication de produits céramiques
	Centrale Energie Déchets Limoges	Déchets et traitements	Incinération
	Ferro Couleurs France SA	Industries minérales	Industrie du verre
	Renault Trucks	Mécanique, traitements de surfaces	Mécanique, traitements de surfaces
	SDCL L'Aurence	Energie	Chaufferies urbaines
	SDCL Beaubreuil	Energie	Chaufferies urbaines
	Valéo Matériaux de friction	Chimie et parachimie	Caoutchouc et matières plastiques
	Valdi Le Palais	Déchets et traitements	Traitement de déchets industriels
	Fonderie de cuivre du Palais	Sidérurgie, métallurgie, coke	Fonderie des métaux non ferreux
	CHU	Divers et services	Santé
Clermont-Ferrand	IDEX énergies	Chimie et parachimie	Chaufferies urbaines
	Michelin-Cataroux	Chimie et parachimie	Industrie du caoutchouc
	Michelin-Combaude	Chimie et parachimie	Industrie du caoutchouc
	Trelleborg Industrie	Energie	Caoutchouc et matières plastiques
La Rochelle	UTOM cda La Rochelle	Déchets et traitements	Traitement des déchets urbains
	Rhodia Electronics and catalysis	Chimie et parachimie	Chimie, phyto-sanitaire, pharmacie

AGGLOMERATION DE LIMOGES

(Photos : LM Glandus)

ALLIA

APE : fabrication d'appareils sanitaires en céramique

Polluants mesurés : CO₂

Adresse :

Rue Stuart Mill
Limoges



CENTRALE ENERGIE DECHETS LIMOGES

APE : traitements des autres déchets solides

Polluants mesurés : CO ; CO₂ ;

NO_x ; COVNM ; cadmium et composés ;
manganèse et composés ; mercure et composés ;
plomb ; ammoniac ; poussières totales ;
trichloréthylène

Adresse :

Rue de Fougeras
Limoges



FERRO COULEURS FRANCE SA

APE : fabrication de peintures et vernis

Polluants mesurés : CO₂ ; COVNM ; cadmium
et composés ; cuivre et composés ; manganèse
et composés ; plomb et composés ; zinc et
composés

Adresse :

Avenue du Président John Kennedy
Limoges



RENAULT TRUCKS

APE : Construction de véhicules automobiles
Pas de polluants mesurés

Adresse :

Route du Palais
Limoges



SDCL L'AURENCE

(SOCIETE DE DISTRIBUTION DE CHALEUR DE LIMOGES)

APE : administration d'entreprises
Polluants mesurés : CO₂

Adresse :

Boulevard du Mas Bouyol
Limoges



SDCL BEAUBREUIL

APE : administration d'entreprises
Polluants mesurés : CO₂

Adresse :

Allée Moulin Pinard
Parc Uzurat
Limoges

VALEO MATERIAUX DE FRICTION

APE : fabrication d'équipements automobiles
Polluants mesurés : aldéhyde formique ;
trichloréthylène

Adresse :

Rue Barthelemy Thimonier
ZI Nord
Limoges



VALDI LE PALAIS

APE : sidérurgie

Polluants mesurés : zinc et composés

Adresse :

Avenue Maryse Bastié

Le Palais sur Vienne



FONDERIE DE CUIVRE DU PALAIS

APE : métallurgie du cuivre

Polluants mesurés : CO₂

Adresse :

Avenue Aristide Briand

Le Palais sur Vienne



AGGLOMERATION DE CLERMONT-FERRAND

(Photos : LM Glandus)

CENTRE HOSPITALIER UNIVERSITAIRE

(GABRIEL MONTPIED)

APE (Activité Principale de l'Entreprise) :

activités hospitalières

Polluants mesurés : CO₂

Adresse :

Rue Montalembert

Clermont-Ferrand



IDEX ENERGIES

APE : production et distribution de chaleur

Polluants mesurés : COVNM ; CO₂

Adresse :

Rue Pré Comtal

Clermont-Ferrand

MICHELIN (SITE DE CATAROUX)

APE : fabrication de pneumatiques
Polluants mesurés : COVNM ; CO₂ ;
trichloréthylène ; SO₂ ; NOx

Adresse :

Rue du Clos Four
Quartier de Cataroux
Clermont-Ferrand



MICHELIN (SITE DE LA COMBAUDE)

APE : fabrication de pneumatiques
Polluants mesurés : COVNM ; CO₂ ; NOx

Adresse :

Rue de La Charme
Clermont-Ferrand



TRELLEBORG INDUSTRIE

APE : fabrication d'articles en caoutchouc
Polluants mesurés : COVNM ; SO₂ ; COV

Adresse :

Rue de Chantemerle
ZI La Combaude
Clermont-Ferrand



AGGLOMERATION DE LA ROCHELLE

(Photos : LM Glandus)

UIOM COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION DE LA ROCHELLE

APE : enlèvement et traitement des ordures ménagères

Polluants mesurés : CO₂

Adresse :

Rue de Chef de Baie

ZI de Chef de Baie

La Rochelle



RHODIA ELECTRONICS AND CATALYSIS

APE : fabrication de produits chimiques inorganiques de base

Polluants mesurés : COVNM ; CO₂ ; NO_x

Adresse :

Rue de Chef de Baie

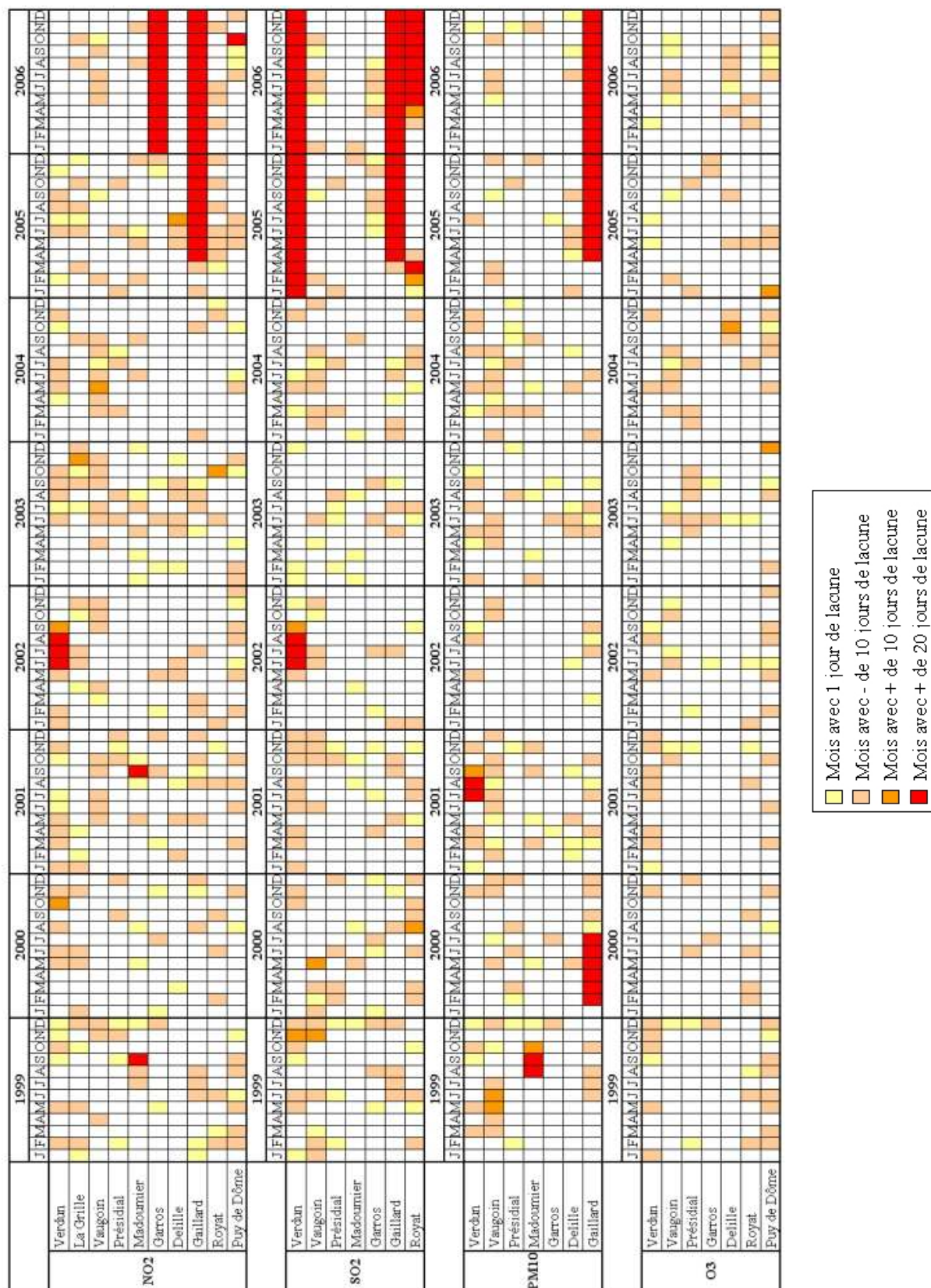
ZI de Chef de Baie

La Rochelle



Annexe 2 : Lacunes des séries de données des mesures des quatre polluants issues des dix stations sélectionnées sur les trois agglomérations

(Sources : ATMO Auvergne, ATMO Poitou-Charentes, Limair)



Annexe 3 : Description des analyses statistiques effectuées pour l'étude des données de pollution sur les trois agglomérations

Comme indiqué en deuxième partie, l'étude des données de pollution s'est basée, entre autres, sur des analyses statistiques présentées ci-dessous.

Les analyses bi-variées par corrélation permettent de mettre en relation deux variables quantitatives. La démarche de mise en relation consiste à émettre une hypothèse sur l'existence d'une relation entre deux caractères, puis à calculer l'intensité de la relation, enfin d'expliquer cette relation, qui peut être logique ou due au hasard (Dumolard et *al.*, 2003). La relation s'exprime au travers du coefficient de Bravais-Pearson : ce coefficient (noté r) est un nombre variant entre -1 et +1. Il correspond à une mesure d'angle entre deux droites de régression X et Y (régression désignant la relation entre deux caractères quantitatifs). Si $r > 0$, X et Y tendent à être directement proportionnels ; si $r < 0$, X et Y tendent à être inversement proportionnels (Dumolard et *al.*, 2003). Ainsi, plus l'angle formé par X et Y est petit, plus la liaison entre les caractères est forte ; à l'inverse, plus l'angle se rapproche de 90° , plus la liaison est faible (Groupe Chadule, 1994).

Les analyses multi-variées permettent, quant à elles, de dégager la part de covariation commune à un ensemble de variables (ici les stations de mesures) sur une période donnée (en l'occurrence du 1^{er} janvier 1999 au 31 décembre 2004). Cette technique de traitements statistiques a pour but de « rendre intelligible un ensemble d'observations dont la structure profonde n'est pas immédiatement décelable ; [elle] condense cette collection d'observations pour en donner une représentation simplifiée et organisée » (Groupe Chadule, 1994). Nous avons utilisé ici les Analyses en Composantes Principales (ACP), après un traitement préalable permettant de standardiser les données quotidiennes des teneurs en polluant. Chaque analyse porte sur un polluant, avec comme variable les points de mesures (au maximum dix stations) et en ordonnée, les jours (au maximum 365 jours multipliés par six années, soit 2 190 jours). Le nombre d'axes factoriels retenus (F_1 , F_2 , F_3 , ...) est choisi en fonction de la part de variance qu'il explique sans rotation de ces axes. La contribution des variables (c'est-à-dire les stations de mesures) aux axes factoriels retenus est exprimée en pourcentage de variance de chaque station sur chaque axe factoriel. Les coordonnées des individus sont ensuite triées afin de repérer les jours avec les valeurs extrêmes de chaque composante temporelle (en général 30 valeurs, soit environ 1% de la série de données), sur un ou deux axes factoriels.

Annexe 4 : Questionnaire soumis à la population de Limoges et sa première couronne en 2006

<p>1- Avez-vous la sensation de vivre au sein d'une atmosphère polluée ? Si <u>OUI</u>, quelle(s) manifestation(s) de la pollution vous gêne(nt) ? (odeurs, bruits, visibilité, ...)</p>	OUI	NON			
<p>2- Des efforts pour une meilleure qualité de l'air vous paraissent-ils nécessaires à réaliser ? Si <u>OUI</u>, pensez-vous qu'ils doivent être fournis en priorité par : les collectivités, les citoyens eux-mêmes ou les deux ?</p>	OUI	NON			
<p>3- Une ou plusieurs personnes du foyer souffre(nt)-elle(s) de troubles respiratoires chroniques ? Si <u>OUI</u>, de quelle nature sont-ils ? (asthme, bronchite, rhinite, toux ...) S'agit-il d'un sujet jeune ou âgé ? (préciser éventuellement l'âge) La personne est-elle fumeuse ?</p>	OUI	NON			
<p>4- Quel mode de transport utilisez-vous généralement pour : - vous rendre à votre lieu de travail : ¹ - vous rendre au centre ville : - vous rendre à une zone commerciale (pour les achats courants) :</p>	VOITURE VOITURE VOITURE	BUS BUS BUS	VELO VELO VELO	MOTO MOTO MOTO	MARCHÉ MARCHÉ MARCHÉ
<p>5- Considérez-vous le covoiturage comme un moyen pratique ?</p>	OUI	NON			
<p>6- Pensez-vous que des améliorations pourraient être apportées aux réseaux de transports en commun ? Si <u>OUI</u>, pour quelles raisons ?</p>	OUI	NON			
<p>7- Trouvez-vous le centre ville trop fréquenté par les voitures ?</p>	OUI	NON			
<p>8- Les coûts des parkings et l'encombrement fréquent de ceux-ci vous dissuadent-ils d'utiliser votre voiture ? Si <u>NON</u>, pour quelles raisons ?</p>	OUI	NON			
<p>9- Si des améliorations étaient réalisées pour faciliter l'usage de transports "propres" (trolleybus, vélos, ...) dans Limoges, seriez-vous prêt(e) à moins utiliser votre voiture ?</p>	OUI	NON			
<p>¹ Veuillez indiquer le nom de la commune de résidence ainsi que celui de la commune de travail, et s'il s'agit de Limoges, préciser la situation (centre ville, ZI, ...)</p>					
Résidence			
Travail			

Annexe 5 : Dessertes des communautés d'agglomération de La Rochelle,
Limoges et Clermont-Ferrand par les réseaux de transports en commun

AGGLOMERATION DE LA ROCHELLE

Desserte des communes de 1^{ère} couronne de La Rochelle par le réseau urbain
(Source : Horaires RTCR Hiver 2009)

Commune et ligne	Fréquence des passages (Périphérie – LR)	Fréquence des passages (LR – Périphérie)	Durée moy. du voyage (Périphérie – Centre ville de LR)
Angoulins (Ligne 16)	<i>Départs "Stade"</i> 25/jour en semaine (de 7h04 à 18h48) 25 le samedi	<i>Arrivées "Stade"</i> 26/jour en semaine (de 7h48 à 19h39) 26 le samedi	24 minutes
Aytré (Ligne 1)	<i>Départs "Pl. Grands Prés"</i> 54/jour en semaine (de 6h33 à 20h05) 39 le samedi	<i>Arrivées "Pl. Grands Prés"</i> 57/jour en semaine (de 6h29 à 20h30) 28 le samedi	17 minutes
Aytré (Ligne 16)	<i>Départs "Les Cèdres"</i> 27/jour en semaine (de 7h05 à 18h55) 27 le samedi	<i>Arrivées "Les Cèdres"</i> 28/jour en semaine (de 7h44 à 19h35) 28 le samedi	17 minutes
Aytré (Ligne 19)	<i>Départs "Pl. Grands Prés"</i> 20/jour en semaine (de 8h07 à 19h09) 21 le samedi	<i>Arrivées "Pl. Grands Prés"</i> 23/jour en semaine (de 8h00 à 20h04) 24 le samedi	29 minutes <i>(temps plus long car beaucoup plus d'arrêts)</i>
Aytré (Ligne 37)	<i>Départs "Tamaris"</i> 13/jour en semaine (de 6h56 à 18h26) 13 le samedi	<i>Arrivées "Tamaris"</i> 13/jour en semaine (de 7h33 à 19h33) 13 le samedi	17 minutes
Châtelailon-Plage (Ligne 16)	<i>Départs "Mairie"</i> 23/jour en semaine (de 6h54 à 18h38) 23 le samedi	<i>Arrivées "Mairie"</i> 25/jour en semaine (de 8h00 à 19h54) 25 le samedi	35 minutes
L'Houmeau (Ligne 13)	<i>Départs "Le Cormier"</i> 11/jour en semaine (de 7h22 à 18h47) 11 le samedi	<i>Arrivées "Le Cormier"</i> 13/jour en semaine (de 7h10 à 19h31) 13 le samedi	18 minutes
Lagord (Ligne 11)	<i>Départs "Les Greffières"</i> 24/jour en semaine (de 7h19 à 19h37) 23 le samedi	<i>Arrivées "Les Greffières"</i> 23/jour en semaine (de 7h29 à 19h37) 23 le samedi	9 minutes
Lagord (Ligne 31)	<i>Départs "Les Greffières"</i> 25/jour en semaine (de 6h59 à 19h04) 25 le samedi	<i>Arrivées "Les Greffières"</i> 25/jour en semaine (de 7h27 à 19h32) 25 le samedi	14 minutes

Périgny (Ligne 18)	<i>Départs "Parc aquatique"</i> 25/jour en semaine (de 7h10 à 19h44) 23 le samedi	<i>Arrivées "Parc aquatique"</i> 24/jour en semaine (de 8h23 à 19h45) 21 le samedi	18 minutes
Périgny (Ligne 38)	<i>Départs "Rompsay Canal"</i> 13/jour en semaine (de 7h00 à 18h45) 13 le samedi	<i>Arrivées "Rompsay Canal"</i> 13/jour en semaine (de 7h29 à 19h29) 13 le samedi	12 minutes
Puilboreau (Ligne 9)	<i>Départs "Le Verger"</i> 33/jour en semaine (de 7h10 à 20h10) 33 le samedi	<i>Arrivées "Le Verger"</i> 34/jour en semaine (de 7h09 à 20h07) 35 le samedi	25 minutes
Puilboreau (Ligne 39)	<i>Départs "Malemort"</i> 25/jour en semaine (de 6h53 à 18h48) 25 le samedi	<i>Arrivées "Malemort"</i> 25/jour en semaine (de 7h31 à 19h31) 25 le samedi	19 minutes
Puilboreau (Ligne 49)	<i>Départs "Eglise"</i> 25/jour en semaine (de 7h01 à 18h56) 25 le samedi	<i>Arrivées "Eglise"</i> 25/jour en semaine (de 7h25 à 19h25) 25 le samedi	12 minutes <i>(temps plus court car beaucoup moins d'arrêts)</i>
Saint- Rogatien (Ligne 18)	<i>Départs "Néchalier"</i> 24/jour en semaine (de 7h00 à 19h35) 23 le samedi	<i>Arrivées "Néchalier"</i> 26/jour en semaine (de 7h31 à 19h55) 23 le samedi	30 minutes

Desserte des communes de 2^{ème} couronne de La Rochelle par le réseau urbain
(Source : Horaires RTCR Hiver 2009)

Commune et ligne	Fréquence des passages (Périphérie – LR)	Fréquence des passages (LR – Périphérie)	Durée moy. du voyage (Périphérie – Centre ville de LR)
Dompierre-sur- Mer (Ligne 38)	<i>Départs "Chagnolet"</i> 13/jour en semaine (de 6h53 à 18h38) 13 le samedi	<i>Arrivées "Chagnolet"</i> 13/jour en semaine (de 7h36 à 19h36) 13 le samedi	20 minutes
Dompierre-sur- Mer (Ligne 39)	<i>Départs "Libération"</i> 25/jour en semaine (de 6h39 à 18h34) 25 le samedi	<i>Arrivées "Libération"</i> 25/jour en semaine (de 7h47 à 19h47) 25 le samedi	34 minutes
Esnandes (Ligne 35)	<i>Départs "Mairie"</i> 13/jour en semaine (de 6h46 à 18h06) 13 le samedi	<i>Arrivées "Mairie"</i> 13/jour en semaine (de 7h39 à 19h39) 13 le samedi	30 minutes
La Jarne (Ligne 29)	<i>Départs "Le Givrand"</i> 7/jour en semaine (de 6h58 à 18h33) 7 le samedi	<i>Arrivées "Le Givrand"</i> 8/jour en semaine (de 7h36 à 19h31) 8 le samedi	19 minutes

La Jarne (Ligne 37)	<i>Départs "Le Givrand"</i> 13/jour en semaine (de 6h51 à 18h21) 13 le samedi	<i>Arrivées "Le Givrand"</i> 13/jour en semaine (de 7h37 à 19h37) 13 le samedi	22 minutes
Marsilly (Ligne 35)	<i>Départs "Mairie"</i> 13/jour en semaine (de 6h51 à 18h11) 13 le samedi	<i>Arrivées "Mairie"</i> 13/jour en semaine (de 7h33 à 19h33) 13 le samedi	25 minutes
Nieul-sur-Mer (Ligne 31)	<i>Départs "Mairie"</i> 25/jour en semaine (de 6h52 à 18h57) 25 le samedi	<i>Arrivées "Mairie"</i> 25/jour en semaine (de 7h33 à 19h38) 25 le samedi	21 minutes
Nieul-sur-Mer (Ligne 35)	<i>Départs "L'Aubréçay"</i> 13/jour en semaine (de 6h58 à 18h18) 13 le samedi	<i>Arrivées "L'Aubréçay"</i> 13/jour en semaine (de 7h26 à 19h26) 13 le samedi	15 minutes
Sainte-Soulle (Ligne 38)	<i>Départs "Mairie"</i> 14/jour en semaine (de 6h42 à 18h27) 14 le samedi	<i>Arrivées "Mairie"</i> 13/jour en semaine (de 7h46 à 19h46) 13 le samedi	38 minutes
Sainte-Soulle (Ligne 39)	<i>Départs "Les Fortines"</i> 25/jour en semaine (de 6h36 à 18h31) 25 le samedi	<i>Arrivées "Les Fortines"</i> 25/jour en semaine (de 7h51 à 19h51) 25 le samedi	37 minutes
Saint-Vivien (Ligne 29)	<i>Départs "Mairie"</i> 7/jour en semaine (de 6h40 à 18h15) 7 le samedi	<i>Arrivées "Mairie"</i> 8/jour en semaine (de 7h55 à 19h50) 8 le samedi	38 minutes
Saint-Xandre (Ligne 49)	<i>Départs "Les Peupliers"</i> 25/jour en semaine (de 6h56 à 18h51) 25 le samedi	<i>Arrivées "Les Peupliers"</i> 25/jour en semaine (de 7h31 à 19h31) 25 le samedi	18 minutes
Salles-sur-Mer (Ligne 29)	<i>Départs "Bourg"</i> 7/jour en semaine (de 6h49 à 18h24) 7 le samedi	<i>Arrivées "Bourg"</i> 8/jour en semaine (de 7h44 à 19h39) 8 le samedi	28 minutes

Desserte des principaux pôles d'attraction de La Rochelle par le réseau urbain
(Source : Horaires RTCR Hiver 2009)

Zone et ligne	Fréquence des passages (Zone – Centre-ville)	Fréquence des passages (Centre-ville – Zone)	Durée moy. du voyage (Zone – Centre-ville)
Mireuil (Ligne 36/63)	<i>Départs "Centre commercial"</i> 34/jour en semaine (de 7h12 à 19h41) 34 le samedi	<i>Arrivées "Centre commercial"</i> 33/jour en semaine (de 7h40 à 19h43) 34 le samedi	14 minutes
Beaulieu (Ligne 9)	<i>Départs "Espace commercial"</i> 33/jour en semaine (de 7h17 à 20h17) 33 le samedi	<i>Arrivées "Esp. commercial"</i> 33/jour en semaine (de 7h28 à 19h59) 34 le samedi	16 minutes
Beaulieu (Ligne 39)	<i>Départs "Espace commercial"</i> 25/jour en semaine (de 6h56 à 18h51) 25 le samedi	<i>Arrivées "Esp. commercial"</i> 25/jour en semaine (de 7h30 à 19h30) 25 le samedi	15 minutes
Belle Aire (Ligne 19)	Aucune desserte	<i>Arrivées "Belle Aire"</i> 22/jour en semaine (de 7h50 à 19h55) 22 le samedi	(Centre-ville – Zone) 25 minutes
Belle Aire (Ligne 37)	<i>Départs "Belle Aire"</i> 13/jour en semaine (de 6h53 à 18h23) 13 le samedi	<i>Arrivées "Belle Aire"</i> 13/jour en semaine (de 7h35 à 19h35) 13 le samedi	20 minutes
Laleu (Ligne 7)	<i>Départs "Aéroport"</i> 34/jour en semaine (de 6h53 à 19h55) 29 le samedi	<i>Arrivées "Aéroport"</i> 34/jour en semaine (de 6h53 à 19h55) 29 le samedi	15 minutes
Port La Pallice (Ligne 1)	<i>Départs "Mag. Généraux"</i> 56/jour en semaine (de 6h20 à 20h05) 40 le samedi	<i>Arrivées "Mag. Généraux"</i> 55/jour en semaine (de 6h47 à 20h28) 39 le samedi	15 minutes
Plateau nautique (Ligne 10)	<i>Départs "Aquarium"</i> 40/jour en semaine (de 7h18 à 20h15) 38 le samedi	<i>Arrivées "Aquarium"</i> 38/jour en semaine (de 7h13 à 20h02) 37 le samedi	10 minutes
Plateau nautique (Ligne 17)	<i>Départs "Aquarium"</i> 35/jour en semaine (de 7h50 à 20h11)	<i>Arrivées "Aquarium"</i> 37/jour en semaine (de 7h31 à 19h55)	10 minutes
Plateau nautique (Ligne 19)	<i>Départs "Aquarium"</i> 22/jour en semaine (de 7h26 à 19h26) 22 le samedi	<i>Arrivées "Aquarium"</i> 22/jour en semaine (de 7h31 à 19h36) 22 le samedi	10 minutes
Les Minimes (Ligne 10)	<i>Départs "La Sole"</i> 40/jour en semaine (de 7h13 à 20h12) 38 le samedi	<i>Arrivées "La Sole"</i> 38/jour en semaine (de 7h15 à 20h04) 37 le samedi	13 minutes

Les Minimes (Ligne 17)	<i>Départs "Europe"</i> 35/jour en semaine (de 7h46 à 20h08)	<i>Arrivées "Europe"</i> 37/jour en semaine (de 7h35 à 19h58)	14 minutes
Les Minimes (Ligne 19)	<i>Départs "Europe"</i> 22/jour en semaine (de 7h23 à 19h23) 22 le samedi	<i>Arrivées "Europe"</i> 22/jour en semaine (de 7h34 à 19h39) 22 le samedi	13 minutes
Aéroport (Ligne 7)	<i>Départs "Aéroport"</i> 34/jour en semaine (de 6h53 à 19h55) 29 le samedi	<i>Arrivées "Aéroport"</i> 34/jour en semaine (de 6h53 à 19h55) 29 le samedi	15 minutes

Desserte des pôles d'attraction proches du centre-ville de La Rochelle par le réseau urbain
(Source : Horaires RTCR Hiver 2009)

Site et ligne	Fréquence des passages (Site – Centre-ville)	Fréquence des passages (Centre-ville – Site)	Durée moy. du voyage (Site – Centre-ville)
Université (Ligne 10)	<i>Départs "Technoforum"</i> 40/jour en semaine (de 7h15 à 20h14) 38 le samedi	<i>Arrivées "Technoforum"</i> 38/jour en semaine (de 7h14 à 20h03) 37 le samedi	11 minutes
Université (Ligne 17)	<i>Départs "Technoforum"</i> 35/jour en semaine (de 7h48 à 20h10)	<i>Arrivées "Technoforum"</i> 37/jour en semaine (de 7h33 à 19h56)	11 minutes
Université (Ligne 19)	<i>Départs "Technoforum"</i> 22/jour en semaine (de 7h25 à 19h25) 22 le samedi	<i>Arrivées "Technoforum"</i> 22/jour en semaine (de 7h32 à 19h37) 22 le samedi	11 minutes
Hôpital (Ligne 2)	<i>Départs "Hôpital"</i> 69/jour en semaine (de 6h56 à 20h18) 52 le samedi	<i>Arrivées "Hôpital"</i> 69/jour en semaine (de 6h47 à 20h19) 52 le samedi	7 minutes
Hôpital (Ligne 16)	<i>Départs "Hôpital"</i> 25/jour en semaine (de 7h15 à 19h07) 25 le samedi	<i>Arrivées "Hôpital"</i> 23/jour en semaine (de 7h33 à 19h23) 23 le samedi	6 minutes
Hôpital (Ligne 18)	<i>Départs "Hôpital"</i> 25/jour en semaine (de 7h24 à 19h55) 23 le samedi	<i>Arrivées "Hôpital"</i> 24/jour en semaine (de 7h14 à 19h34) 23 le samedi	6 minutes
Hôpital (Ligne 29)	<i>Départs "Hôpital"</i> 7/jour en semaine (de 7h11 à 18h46) 7 le samedi	<i>Arrivées "Hôpital"</i> 8/jour en semaine (de 7h24 à 19h19) 8 le samedi	5 minutes
Hôpital (Ligne 38)	<i>Départs "Hôpital"</i> 13/jour en semaine (de 7h06 à 18h51) 13 le samedi	<i>Arrivées "Hôpital"</i> 13/jour en semaine (de 7h19 à 19h19) 13 le samedi	5 minutes

Desserte des gares de La Rochelle par le réseau urbain
(Source : Horaires RTCR Hiver 2009)

Gare et ligne	Fréquence des passages (Gare – Centre-ville)	Fréquence des passages (Centre-ville – Gare)	Durée moy. du voyage (Gare – Centre-ville)
Gare centrale (Ligne 1)	<i>Départs "Gare SNCF"</i> 56/jour en semaine (de 6h20 à 20h13) 40 le samedi	<i>Arrivées "Gare SNCF"</i> 55/jour en semaine (de 6h16 à 20h20) 40 le samedi	8 minutes
Gare centrale (Ligne 10)	<i>Départs "Gare SNCF"</i> 40/jour en semaine (de 7h20 à 20h17) 38 le samedi	<i>Arrivées "Gare SNCF"</i> 38/jour en semaine (de 7h11 à 20h00) 37 le samedi	8 minutes
Gare centrale (Ligne 16)	<i>Départs "Gare SNCF"</i> 25/jour en semaine (de 7h13 à 19h04) 25 le samedi	<i>Arrivées "Gare SNCF"</i> 23/jour en semaine (de 7h36 à 19h27) 23 le samedi	8 minutes
Gare centrale (Ligne 17)	<i>Départs "Gare SNCF"</i> 35/jour en semaine (de 7h52 à 20h13)	<i>Arrivées "Gare SNCF"</i> 37/jour en semaine (de 7h29 à 19h53)	8 minutes
Gare centrale (Ligne 19)	<i>Départs "Gare SNCF"</i> 22/jour en semaine (de 7h28 à 19h28) 22 le samedi	<i>Arrivées "Gare SNCF"</i> 22/jour en semaine (de 7h30 à 19h35) 22 le samedi	8 minutes
Gare centrale (Ligne 37)	<i>Départs "Gare SNCF"</i> 13/jour en semaine (de 7h04 à 18h34) 13 le samedi	<i>Arrivées "Gare SNCF"</i> 13/jour en semaine (de 7h22 à 19h22) 13 le samedi	9 minutes
Gare Porte Dauphine (Ligne 5)	Desserte non directe Durée moy. du voyage : 20 minutes	<i>Arrivées "Glacière"</i> 23/jour en semaine (de 7h08 à 19h19) 23 le samedi	(Centre-ville – Zone) 2 minutes
Gare Porte Dauphine (Ligne 9)	Desserte non directe Durée moy. du voyage : 55 minutes	<i>Arrivées "Glacière"</i> 33/jour en semaine (de 7h17 à 19h47) 34 le samedi	(Centre-ville – Zone) 2 minutes
Gare Porte Dauphine (Ligne 37)	Aucune desserte	<i>Arrivées "Glacière"</i> 2/jour en semaine (7h45 et 8h45) 2 le samedi	(Centre-ville – Zone) 5 minutes

AGGLOMERATION DE LIMOGES

Desserte des communes de 1^{ère} couronne de Limoges par le réseau urbain
(Source : Horaires TCL 2008-2009)

Commune et ligne	Fréquence des passages (Périphérie – Limoges)	Fréquence des passages (Limoges – Périphérie)	Durée moy. du voyage (Périphérie – Centre ville de Limoges)
Condat-sur-Vienne (Ligne 36)	<i>Départs "Versanas"</i> 10/jour en semaine (de 7h10 à 19h40) 10 le samedi	<i>Arrivées "Versanas"</i> 10/jour en semaine (de 7h06 à 19h33) 10 le samedi	20 minutes
Feytiat (Ligne 35)	<i>Départs "Pl de l'Europe"</i> 17/jour en semaine (de 7h09 à 19h59) 13 le samedi	<i>Arrivées "Pl de l'Europe"</i> 21/jour en semaine (de 6h44 à 19h40) 15 le samedi	20 minutes
Isle (Ligne 12)	<i>Départs "Beausoleil"</i> 15/jour en semaine (de 7h00 à 18h52) 13 le samedi	<i>Arrivées "Beausoleil"</i> 15/jour en semaine (de 7h30 à 19h43) 12 le samedi	30 minutes
Le Palais-sur-Vienne (Ligne 8)	<i>Départs "Vert Vallon"</i> 12/jour en semaine (de 7h02 à 18h47) 11 le samedi	<i>Arrivées "Vert Vallon"</i> 15/jour en semaine (de 6h57 à 19h44) 12 le samedi	30 minutes
Panazol (Ligne 12)	<i>Départs "Manderesse"</i> 15/jour en semaine (de 6h38 à 18h52) 12 le samedi	<i>Arrivées "Manderesse"</i> 19/jour en semaine (de 7h58 à 19h45) 13 le samedi	30 minutes
Panazol (Ligne 40)	<i>Départs "Manderesse"</i> 2/jour en semaine (8h50 et 14h10)	<i>Arrivées "Manderesse"</i> 2/jour en semaine (11h45 et 17h40)	10 minutes <i>(temps plus court car beaucoup moins d'arrêts)</i>

Desserte des communes de 2^{ème} couronne de Limoges par le réseau urbain
(Source : Horaires TCL 2008-2009)

Commune et ligne	Fréquence des passages (Périphérie – Limoges)	Fréquence des passages (Limoges – Périphérie)	Durée moy. du voyage (Périphérie – Centre ville de Limoges)
Boisseuil (Ligne 15)	<i>Départs "ZA La Plaine"</i> 3/jour en semaine (de 8h50 à 16h58) 3 le samedi	<i>Arrivées "ZA La Plaine"</i> 4/jour en semaine (de 8h47 à 16h52) 4 le samedi	30 minutes
Rilhac-Rancon (Ligne 18)	<i>Départs "Bramaud"</i> 4/jour en semaine (de 8h50 à 18h05) 3 le samedi	<i>Arrivées "Bramaud"</i> 4/jour en semaine (de 8h39 à 17h58) 2 le samedi	40 minutes

Saint-Just-le-Martel (Ligne 34)	<i>Départs "Bellevue"</i> 6/jour en semaine (de 7h00 à 17h52) 5 le samedi	<i>Arrivées "Bellevue"</i> 9/jour en semaine (de 8h14 à 19h00) 5 le samedi	28 ou 45 minutes (selon le nombre d'arrêts)
--	--	---	--

Desserte des communes de 1^{ère} couronne de Limoges par le réseau départemental
(Source : Horaires Haute-Vienne en car 2008-2009)

Commune et ligne	Fréquence des passages (Périphérie – Limoges)	Fréquence des passages (Limoges – Périphérie)	Durée moy. du voyage (Périphérie – Centre-ville de Limoges)
Feytiat (Ligne 9)	<i>Départs "La Croix Rouge"</i> 4/jour en semaine (de 7h13 à 14h25) 1 le samedi	<i>Arrivées "La Croix Rouge"</i> 4/jour en semaine (de 12h14 à 18h38) 1 le samedi	25 minutes
Feytiat (Ligne 29)	<i>Départs "Le Bas Faure"</i> 1/jour en semaine (7h09)	<i>Arrivées "Le Bas Faure"</i> 2/jour en semaine (12h43 et 18h43) 1 le samedi	20 minutes
Feytiat (Ligne 40/41)	<i>Départs "Moissaguet"</i> 2/jour en semaine (7h15 et 7h35)	<i>Arrivées "Moissaguet"</i> 3/jour en semaine (de 12h23 à 17h42)	20 minutes
Isle (Ligne 24)	<i>Départs "Le Bas Mérignac"</i> 10/jour en semaine (de 7h04 à 19h42) 10 le samedi	<i>Arrivées "Le Bas Mérignac"</i> 10/jour en semaine (de 6h44 à 19h29) 10 le samedi	18 minutes
Isle (Ligne 70)	<i>Départs "Pont de l'Aiguille"</i> 2/jour en semaine (8h21 et 13h40) 1 le samedi	<i>Arrivées "Pont de l'Aiguille"</i> 4/jour en semaine (de 12h18 à 18h43) 1 le samedi	14 minutes
Isle (Ligne 15)	<i>Départs "Le Bas Mérignac"</i> 4/jour en semaine (de 7h05 à 17h34) 1 le samedi	<i>Arrivées "Mas des Landes"</i> 3/jour en semaine (de 12h21 à 18h40) 1 le samedi	20 minutes
Isle (Ligne 21)	<i>Départs "Mas des Landes"</i> 4/jour en semaine (de 7h15 à 14h40) 1 le samedi	<i>Arrivées "Mas des Landes"</i> 3/jour en semaine (de 12h27 à 18h36) 1 le samedi	12 minutes
Isle (Ligne 3)	<i>Départs "Le Bas Mérignac"</i> 3/jour en semaine (de 7h06 à 14h25) 1 le samedi	<i>Arrivées "Le Bas Mérignac"</i> 3/jour en semaine (de 12h41 à 18h24) 1 le samedi	18 minutes
Isle (Ligne 16)	<i>Départs "Le Bas Mérignac"</i> 2/jour en semaine (7h07 et 13h50) 1 le samedi	<i>Arrivées "Le Bas Mérignac"</i> 2/jour en semaine (12h31 et 18h40) 1 le samedi	20 minutes

Isle (Ligne 50)	<i>Départs "Chez Minet"</i> 3/jour en semaine (de 7h17 à 14h13) 1 le samedi	<i>Arrivées "Chez Minet"</i> 3/jour en semaine (de 12h39 à 18h32) 1 le samedi	18 minutes
Le Palais- sur-Vienne (Ligne 1)	<i>Départs "Sadi Carnot"</i> 2/jour en semaine (7h09 et 14h09)	<i>Arrivées "Sadi Carnot"</i> 3/jour en semaine (de 12h45 à 18h35)	25 minutes

Desserte des communes de 2^{ème} couronne de Limoges par le réseau départemental
(Source : Horaires Haute-Vienne en car 2008-2009)

Commune et ligne	Fréquence des passages (Périphérie – Limoges)	Fréquence des passages (Limoges – Périphérie)	Durée moy. du voyage (Périphérie – Centre-ville de Limoges)
Aureil (Ligne 9)	<i>Départs "Ancienne gare"</i> 3/jour en semaine (de 7h10 à 14h19) 1 le samedi	<i>Arrivées "Ancienne gare"</i> 2/jour en semaine (de 12h51 à 18h44) 1 le samedi	30 minutes
Boisseuil (Ligne 29)	<i>Départs "La Planche"</i> 5/jour en semaine (de 6h52 à 19h19) 2 le samedi	<i>Arrivées "La Planche"</i> 5/jour en semaine (de 7h45 à 18h52) 3 le samedi	30 minutes
Bonnac-la- Côte (Ligne 7)	<i>Départs "Maison Rouge"</i> 5/jour en semaine (de 7h10 à 18h56) 3 le samedi	<i>Arrivées "Maison Rouge"</i> 5/jour en semaine (de 7h55 à 17h33) 3 le samedi	25 minutes
Bonnac-la- Côte (Ligne 8)	Aucune desserte	<i>Arrivées "Maison Rouge"</i> 1/jour en semaine (18h42)	34 minutes
Eyjeaux (Ligne 9)	<i>Départs "Bourg"</i> 3/jour en semaine (de 7h07 à 14h13) 1 le samedi	<i>Arrivées "Bourg"</i> 2/jour en semaine (12h55 et 18h49) 1 le samedi	35 minutes
Peyrilhac (Ligne 6)	<i>Départs "Le Boucheron"</i> 2/jour en semaine (6h45 et 13h17) 1 le samedi	<i>Départs "Le Boucheron"</i> 2/jour en semaine (12h59 et 18h59) 1 le samedi	44 minutes
Peyrilhac (Ligne 80)	<i>Départs "Conore"</i> 2/jour en semaine (7h06 et 14h06) 1 le samedi	<i>Arrivées "Conore"</i> 2/jour en semaine (12h57 et 18h53) 1 le samedi	30 minutes
Rilhac- Rancon (Ligne 19)	<i>Départs "Cassepierre"</i> 7/jour en semaine (de 7h08 à 17h22) 2 le samedi	<i>Arrivées "Cassepierre"</i> 6/jour en semaine (de 8h12 à 18h54) 2 le samedi	30 minutes

Saint-Gençe (Ligne 6)	<i>Départs "Bourg"</i> 3/jour en semaine (de 6h59 à 13h30) 1 le samedi	<i>Arrivées "Bourg"</i> 4/jour en semaine (de 13h01 à 18h45) 1 le samedi	30 minutes
Solignac (Ligne 40/41)	<i>Départs "Bourg"</i> 2/jour en semaine (7h00 et 7h20)	<i>Arrivées "Bourg"</i> 6/jour en semaine (de 12h33 à 18h53) 1 le samedi	35 minutes
Veyrac (Ligne 60)	<i>Départs "La Barre"</i> 2/jour en semaine (8h06 et 13h29) 2 le samedi	<i>Arrivées "La Barre"</i> 2/jour en semaine (11h43 et 17h43) 2 le samedi	25 minutes
Veyrac (Ligne 11)	<i>Départs "La Barre"</i> 5/jour en semaine (de 6h58 à 18h43) 1 le samedi	<i>Arrivées "La Barre"</i> 3/jour en semaine (de 9h35 à 18h37)	25 minutes
Veyrac (Ligne 12)	<i>Départs "La Plaine"</i> 6/jour en semaine (de 6h59 à 19h03) 2 le samedi	<i>Arrivées "La Plaine"</i> 6/jour en semaine (de 6h46 à 18h51) 3 le samedi	30 minutes
Le Vigen (Ligne 40/41)	<i>Départs "Bourg"</i> 7/jour en semaine (de 7h07 à 18h05) 2 le samedi	<i>Arrivées "Bourg"</i> 9/jour en semaine (de 7h05 à 18h52) 2 le samedi	25 minutes

Desserte des principaux pôles d'attraction de Limoges par le réseau urbain
(Source : Horaires TCL 2008-2009)

Zone et ligne	Fréquence des passages (Zone – Centre-ville)	Fréquence des passages (Centre-ville – Zone)	Durée moy. du voyage (Zone – Centre- ville)
Beaubreuil (Ligne 10)	<i>Départs "Centre commercial"</i> 81/jour en semaine (de 6h20 à 20h20) 76 le samedi	<i>Arrivées "Centre commercial"</i> 82/jour en semaine (de 6h53 à 20h59) 76 le samedi	30 minutes
Beaubreuil (Ligne 18)	<i>Départs "Centre commercial"</i> 12/jour en semaine (de 7h09 à 19h35) 5 le samedi	<i>Arrivées "Centre commercial"</i> 10/jour en semaine (de 7h59 à 19h12) 3 le samedi	18 minutes
Beaubreuil (Ligne 20)	<i>Départs "Centre commercial"</i> 41/jour en semaine (de 5h57 à 19h55) 40 le samedi	<i>Arrivées "Centre commercial"</i> 41/jour en semaine (de 5h46 à 20h59) 41 le samedi	32 minutes
Boisseuil (Ligne 15)	<i>Départs "Centre commercial"</i> 3/jour en semaine (de 8h56 à 17h04) 3 le samedi	<i>Arrivées "Centre commercial"</i> 4/jour en semaine (de 8h40 à 16h45) 4 le samedi	25 minutes

ESTER (Ligne 10)	<i>Départs "Ester Technopole"</i> 81/jour en semaine (de 6h30 à 20h30) 76 le samedi	<i>Arrivées "Ester Technopole"</i> 82/jour en semaine (de 6h44 à 20h50) 76 le samedi	20 minutes
ZI Nord (Ligne 20)	<i>Départs "Roberval"</i> 41/jour en semaine (de 6h02 à 19h58) 40 le samedi	<i>Arrivées "Roberval"</i> 41/jour en semaine (de 5h41 à 20h55) 41 le samedi	28 minutes
La Valoine (Ligne 15)	<i>Départs "La Valoine"</i> 10/jour en semaine (de 7h02 à 19h05) 10 le samedi	<i>Arrivées "La Valoine"</i> 11/jour en semaine (de 6h59 à 18h57) 11 le samedi	20 minutes
Le Ponteix (Ligne 35)	<i>Départs "M. Dutheil"</i> 7/jour en semaine (de 7h19 à 20h03) 6 le samedi	<i>Arrivées "M. Dutheil"</i> 9/jour en semaine (de 6h39 à 19h35) 6 le samedi	18 minutes
Parc des expositions (Ligne 20)	<i>Départs "Parc expositions"</i> 41/jour en semaine (de 6h07 à 20h03) 40 le samedi	<i>Arrivées "Parc expositions"</i> 41/jour en semaine (de 5h35 à 20h49) 41 le samedi	22 minutes

Desserte des quartiers excentrés de Limoges par le réseau urbain

(Source : Horaires TCL 2008-2009)

Quartier et ligne	Fréquence des passages (Quartier – Centre- ville)	Fréquence des passages (Centre-ville – Quartier)	Durée moy. du voyage (Quartier – Centre- ville)
Beaubreuil (Ligne 10)	<i>Départs "Centre commercial"</i> 81/jour en semaine (de 6h20 à 20h20) 76 le samedi	<i>Arrivées "Centre commercial"</i> 82/jour en semaine (de 6h53 à 20h59) 76 le samedi	30 minutes
Beaubreuil (Ligne 18)	<i>Départs "Centre commercial"</i> 12/jour en semaine (de 7h09 à 19h35) 5 le samedi	<i>Arrivées "Centre commercial"</i> 10/jour en semaine (de 7h59 à 19h12) 3 le samedi	18 minutes
Beaubreuil (Ligne 20)	<i>Départs "Centre commercial"</i> 41/jour en semaine (de 5h57 à 19h55) 40 le samedi	<i>Arrivées "Centre commercial"</i> 41/jour en semaine (de 5h46 à 20h59) 41 le samedi	32 minutes
Landouge (Ligne 16)	<i>Départs "Boris Vian"</i> 13/jour en semaine (de 6h50 à 18h56) 6 le samedi	<i>Arrivées "Boris Vian"</i> 12/jour en semaine (de 8h07 à 19h46) 6 le samedi	25 minutes
Mas Blanc (Ligne 4)	<i>Départs "Mas Blanc"</i> 7/jour en semaine (de 7h20 à 17h32) 2 le samedi	<i>Arrivées "Mas Blanc"</i> 10/jour en semaine (de 7h58 à 19h32) 2 le samedi	18 minutes

Beaune-les-Mines (Ligne 18)	<i>Départs "Beaune"</i> 12/jour en semaine (de 7h00 à 19h26) 5 le samedi	<i>Arrivées "Beaune"</i> 10/jour en semaine (de 8h09 à 19h22) 3 le samedi	28 minutes
--	---	--	------------

Desserte des pôles d'attraction proches du centre-ville de Limoges par le réseau urbain
(Source : Horaires TCL 2008-2009)

Site et ligne	Fréquence des passages (Site – Centre-ville)	Fréquence des passages (Centre-ville – Site)	Durée moy. du voyage (Site – Centre-ville)
Fac. droit et Sc. Eco. (Ligne 1)	<i>Départs "Mairie"</i> 81/jour en semaine (de 6h25 à 20h29) 72 le samedi	<i>Arrivées "Mairie"</i> 80/jour en semaine (de 6h30 à 20h35) 72 le samedi	5 minutes
Fac. droit et Sc. Eco. (Ligne 4)	<i>Départs "Mairie"</i> 88/jour en semaine (de 6h24 à 20h25) 70 le samedi	<i>Arrivées "Mairie"</i> 88/jour en semaine (de 6h31 à 20h35) 70 le samedi	7 minutes
Fac. droit et Sc. Eco. (Ligne 15)	<i>Départs "Mairie"</i> 10/jour en semaine (de 7h17 à 19h18) 10 le samedi	<i>Arrivées "Mairie"</i> 11/jour en semaine (de 6h45 à 18h43) 11 le samedi	3 minutes
Fac. droit et Sc. Eco. (Ligne 34)	<i>Départs "Mairie"</i> 3/jour en semaine (de 7h39 à 13h30) 3 le samedi	<i>Arrivées "Mairie"</i> 10/jour en semaine (de 11h12 à 18h42) 5 le samedi	3 minutes
Fac. droit et Sc. Eco. (Ligne 35)	<i>Départs "Mairie"</i> 19/jour en semaine (de 7h22 à 20h13) 13 le samedi	<i>Arrivées "Mairie"</i> 21/jour en semaine (de 6h29 à 19h24) 15 le samedi	4 minutes
Fac. droit et Sc. Eco. (Ligne 36)	<i>Départs "Mairie"</i> 10/jour en semaine (de 7h31 à 19h56) 10 le samedi	<i>Arrivées "Mairie"</i> 10/jour en semaine (de 6h49 à 19h19) 10 le samedi	3 minutes
Fac. droit et Sc. Eco. (Ligne 40)	<i>Départs "Mairie"</i> 2/jour en semaine (8h58 et 14h18)	<i>Arrivées "Mairie"</i> 2/jour en semaine (11h38 et 17h33)	3 minutes
Campus de la Borie (Ligne 8)	<i>Départs "Fac. des sciences"</i> 91/jour en semaine (de 6h07 à 20h37) 82 le samedi	<i>Arrivées "Fac. Des sciences"</i> 91/jour en semaine (de 6h42 à 20h20) 81 le samedi	5 minutes
Campus de la Borie (Ligne 14)	<i>Départs "A. Thomas"</i> 21/jour en semaine (de 7h30 à 18h50) 12 le samedi	<i>Arrivées "A. Thomas"</i> 19/jour en semaine (de 7h23 à 19h26) 12 le samedi	18 minutes (en correspondance)
Campus de Vanteaux (Ligne 5)	<i>Départs "La Cornue"</i> 54/jour en semaine (de 6h22 à 20h20) 47 le samedi	<i>Arrivées "La Cornue"</i> 56/jour en semaine (de 6h54 à 20h50) 48 le samedi	16 minutes

Campus de Vanteaux (Ligne 14)	<i>Départs "Facultés"</i> 21/jour en semaine (de 7h35 à 18h54) 12 le samedi	<i>Arrivées "Facultés"</i> 19/jour en semaine (de 7h21 à 19h24) 12 le samedi	25 minutes (en correspondance)
CHRU (Ligne 10)	<i>Départs "CHU Dupuytren"</i> 82/jour en semaine (de 6h17 à 20h22) 76 le samedi	<i>Arrivées "CHU Dupuytren"</i> 81/jour en semaine (de 6h57 à 20h56) 76 le samedi	13 minutes
CHRU (Ligne 12)	<i>Départs "CHU Dupuytren"</i> 15/jour en semaine (de 7h14 à 19h06) 13 le samedi	<i>Arrivées "CHU Dupuytren"</i> 15/jour en semaine (de 7h15 à 19h29) 12 le samedi	13 minutes
CHRU (Ligne 14)	<i>Départs "Dr Marcland"</i> 21/jour en semaine (de 7h37 à 18h55) 12 le samedi	<i>Arrivées "Dr Marcland"</i> 19/jour en semaine (de 7h16 à 19h20) 12 le samedi	22 minutes (en correspondance)

Desserte de la gare de Limoges par le réseau urbain

(Source : Horaires TCL 2008-2009)

Gare et ligne	Fréquence des passages (Gare – Centre-ville)	Fréquence des passages (Centre-ville – Gare)	Durée moy. du voyage (Gare – Centre-ville)
Gare des Bénédictins (Ligne 6)	<i>Départs "Gare Bénédictins"</i> 73/jour en semaine (de 6h27 à 20h19) 64 le samedi	<i>Arrivées "Gare Bénédictins"</i> 76/jour en semaine (de 6h06 à 20h34) 67 le samedi	7 minutes
Gare des Bénédictins (Ligne 10)	<i>Départs "Gare Bénédictins"</i> 81/jour en semaine (de 6h38 à 20h38) 76 le samedi	<i>Arrivées "Gare Bénédictins"</i> 82/jour en semaine (de 6h35 à 20h41) 76 le samedi	9 minutes
Gare des Bénédictins (Ligne 20)	<i>Départs "Gare Bénédictins"</i> 41/jour en semaine (de 6h18 à 20h15) 40 le samedi	<i>Arrivées "Gare Bénédictins"</i> 41/jour en semaine (de 5h24 à 20h36) 41 le samedi	9 minutes

AGGLOMERATION DE CLERMONT-FERRAND

Desserte des communes de 1^{ère} couronne de Clermont-Ferrand par le réseau urbain
(Source : Horaires T2C 2008-2009)

Commune et ligne	Fréquence des passages (Périphérie – CF)	Fréquence des passages (CF – Périphérie)	Durée moy. du voyage (Périphérie – Centre ville de CF)
Aubière (Ligne 3)	Départs "Pl. des Ramacles" 79/jour en semaine (de 5h35 à 20h58) 60 le samedi	Arrivées "Pl. des Ramacles" 82/jour en semaine (de 5h58 à 21h32) 65 le samedi	21 minutes
Aubière (Ligne 12)	Départs "Pl. des Ramacles" 40/jour en semaine (de 5h15 à 19h38) 31 le samedi	Arrivées "Pl. des Ramacles" 42/jour en semaine (de 6h11 à 20h41) 28 le samedi	27 minutes
Aulnat (Ligne 10)	Départs "Aulnat St. Ex." 30/jour en semaine (de 5h48 à 19h54) 25 le samedi	Arrivées "Aulnat St. Ex." 34/jour en semaine (de 6h15 à 21h03) 26 le samedi	30 minutes
Aulnat (Ligne 20)	Départs "Aulnat St. Ex." 48/jour en semaine (de 6h51 à 20h45) 36 le samedi	Arrivées "Aulnat St. Ex." 51/jour en semaine (de 5h43 à 21h13) 38 le samedi	34 minutes (en correspondance avec la ligne A)
Beaumont (Ligne 4)	Départs "Mairie" 71/jour en semaine (de 5h35 à 20h44) 58 le samedi	Arrivées "Mairie" 73/jour en semaine (de 5h41 à 21h30) 57 le samedi	13 minutes
Beaumont (Ligne 8)	Départs "Pl. d'Armes" 50/jour en semaine (de 5h26 à 20h02) 43 le samedi	Arrivées "Pl. d'Armes" 47/jour en semaine (de 6h45 à 20h42) 43 le samedi	28 minutes
Beaumont (Ligne 12)	Départs "Pl. d'Armes" 40/jour en semaine (de 5h29 à 19h53) 31 le samedi	Arrivées "Pl. d'Armes" 42/jour en semaine (de 5h59 à 20h29) 28 le samedi	10 minutes
Cébazat (Ligne 3)	Départs "CHR Nord" 47/jour en semaine (de 5h10 à 20h44) 37 le samedi	Arrivées "CHR Nord" 44/jour en semaine (de 6h25 à 21h34) 33 le samedi	45 minutes
Cébazat (Ligne 21)	Départs "Les Perches" 49/jour en semaine (de 6h12 à 20h11) 35 le samedi	Arrivées "Les Perches" 48/jour en semaine (de 5h53 à 20h57) 34 le samedi	32 minutes (en correspondance avec la ligne A)
Chamalières (Ligne B)	Départs "Mairie" 89/jour en semaine (de 5h28 à 23h07) 80 le samedi	Arrivées "Mairie" 90/jour en semaine (de 5h48 à 23h24) 82 le samedi	5 minutes

Chamalières (Ligne 5)	<i>Départs "Mairie"</i> 43/jour en semaine (de 6h42 à 20h20) 25 le samedi	<i>Arrivées "Mairie"</i> 41/jour en semaine (de 6h44 à 20h16) 25 le samedi	10 minutes
Chamalières (Ligne 13)	<i>Départs "Mairie"</i> 38/jour en semaine (de 6h26 à 20h14) 30 le samedi	<i>Arrivées "Mairie"</i> 39/jour en semaine (de 6h54 à 20h11) 31 le samedi	22 minutes
Cournon- d'Auvergne (Ligne 6)	<i>Départs "J. Gardet"</i> 48/jour en semaine (de 5h22 à 20h40) 39 le samedi	<i>Arrivées "J. Gardet"</i> 48/jour en semaine (de 6h28 à 21h48) 40 le samedi	32 minutes
Cournon- d'Auvergne (Ligne 22)	<i>Départs "J. Gardet"</i> 37/jour en semaine (de 6h13 à 19h12) 27 le samedi	<i>Arrivées "J. Gardet"</i> 37/jour en semaine (de 5h36 à 20h13) 26 le samedi	40 minutes (en correspondance avec la ligne A)
Gerzat (Ligne 20)	<i>Départs "Patural"</i> 56/jour en semaine (de 5h12 à 20h48) 41 le samedi	<i>Arrivées "Patural"</i> 52/jour en semaine (de 6h19 à 21h10) 36 le samedi	33 minutes (en correspondance avec la ligne A)
Lempdes (Lignes 35/36)	<i>Départs "Le Pontel"</i> 45/jour en semaine (de 6h35 à 19h58) 20 le samedi	<i>Arrivées "Le Pontel"</i> 53/jour en semaine (de 7h01 à 21h16) 24 le samedi	44 minutes (en correspondance avec la ligne A)

Desserte des communes de 2^{ème} couronne de Clermont-Ferrand par le réseau urbain
(Source : Horaires T2C 2008-2009)

Commune et ligne	Fréquence des passages (Périphérie – CF)	Fréquence des passages (CF – Périphérie)	Durée moy. du voyage (Périphérie – Centre ville de CF)
Blanzat (Ligne 21)	<i>Départs "Fradière"</i> 48/jour en semaine (de 6h08 à 20h07) 35 le samedi	<i>Arrivées "Fradière"</i> 48/jour en semaine (de 5h57 à 21h01) 34 le samedi	35 minutes (en correspondance avec la ligne A)
Le Cendre (Ligne 34)	<i>Départs "Le Cendre"</i> 17/jour en semaine (de 7h00 à 19h34) 14 le samedi	<i>Arrivées "Le Cendre"</i> 16/jour en semaine (de 7h15 à 19h34) 13 le samedi	58 minutes (en correspondance avec les lignes 6 ou 22)
Ceyrat (Ligne 4)	<i>Départs "Ceyrat"</i> 43/jour en semaine (de 5h23 à 20h32) 36 le samedi	<i>Arrivées "Ceyrat"</i> 44/jour en semaine (de 5h53 à 21h42) 35 le samedi	25 minutes
Durtol (Ligne 6)	<i>Départs "Durtol"</i> 51/jour en semaine (de 6h15 à 21h02) 40 le samedi	<i>Arrivées "Durtol"</i> 52/jour en semaine (de 6h08 à 20h51) 40 le samedi	22 minutes

Durtol (Ligne 10)	<i>Départs "Durtol"</i> 14/jour en semaine (de 6h31 à 19h54) 9 le samedi	<i>Arrivées "Durtol"</i> 13/jour en semaine (de 6h23 à 19h45) 9 le samedi	20 minutes
Pont-du- Château (Ligne 36)	<i>Départs "Pt du Château"</i> 33/jour en semaine (de 6h40 à 19h45) 20 le samedi	<i>Arrivées "Pt du Château"</i> 38/jour en semaine (de 7h16 à 21h31) 24 le samedi	54 minutes
Romagnat (Ligne 3)	<i>Départs "Romagnat"</i> 14/jour en semaine (de 6h20 à 19h02) 15 le samedi	<i>Arrivées "Romagnat"</i> 15/jour en semaine (de 6h58 à 20h09) 12 le samedi	34 minutes
Romagnat (Ligne 12)	<i>Départs "Tocqueville"</i> 40/jour en semaine (de 5h24 à 19h48) 31 le samedi	<i>Arrivées "Tocqueville"</i> 42/jour en semaine (de 6h03 à 20h33) 28 le samedi	17 minutes
Royat (Ligne B)	<i>Départs "Pl. Allard"</i> 89/jour en semaine (de 5h24 à 23h04) 80 le samedi	<i>Arrivées "Pl. Allard"</i> 90/jour en semaine (de 5h53 à 23h29) 82 le samedi	10 minutes
Royat (Ligne 5)	<i>Départs "Pl. Allard"</i> 42/jour en semaine (de 6h38 à 20h15) 25 le samedi	<i>Arrivées "Pl. Allard"</i> 41/jour en semaine (de 6h49 à 20h21) 25 le samedi	13 minutes

Desserte des principaux pôles d'attraction de Clermont-Ferrand par le réseau urbain
(Source : Horaires T2C 2008-2009)

Zone et ligne	Fréquence des passages (Zone – Centre-ville)	Fréquence des passages (Centre-ville – Zone)	Durée moy. du voyage (Zone – Centre- ville)
ZI Brézet (Ligne 9)	<i>Départs "Brézet"</i> 41/jour en semaine (de 5h28 à 20h14) 36 le samedi	<i>Arrivées "Brézet"</i> 40/jour en semaine (de 5h51 à 20h19) 36 le samedi	19 minutes
La Pardieu (Ligne A)	<i>Départs "Lycée Lafayette"</i> 148/jour en semaine (de 5h36 à 23h50) 102 le samedi	<i>Arrivées "Lycée Lafayette"</i> 146/jour en semaine (de 5h24 à 23h34) 102 le samedi	20 minutes
La Pardieu (Ligne 6)	<i>Départs "La Pardieu"</i> 49/jour en semaine (de 5h31 à 20h49) 40 le samedi	<i>Arrivées "La Pardieu"</i> 52/jour en semaine (de 6h20 à 21h40) 42 le samedi	20 minutes
Cap Sud (Ligne 13)	<i>Départs "Roussillon"</i> 38/jour en semaine (de 5h50 à 19h39) 28 le samedi	<i>Arrivées "Roussillon"</i> 37/jour en semaine (de 6h35 à 20h45) 29 le samedi	20 minutes

Cap Sud (Ligne 21)	<i>Départs "Roussillon"</i> 49/jour en semaine (de 6h19 à 20h30) 35 le samedi	<i>Arrivées "Roussillon"</i> 50/jour en semaine (de 6h16 à 20h41) 36 le samedi	27 minutes (en correspondance avec la ligne A)
Les Ribes (Ligne 21)	<i>Départs "Aubière Ribes"</i> 13/jour en semaine (de 6h15 à 19h11) 9 le samedi	<i>Arrivées "Aubière Ribes"</i> 13/jour en semaine (de 6h46 à 18h56) 10 le samedi	34 minutes (en correspondance avec la ligne A)
CinéDôme Les Ribes (Ligne 6)	<i>Départs "Ernest Cristal"</i> 48/jour en semaine (de 5h30 à 20h48) 39 le samedi	<i>Arrivées "Ernest Cristal"</i> 48/jour en semaine (de 6h21 à 21h41) 40 le samedi	21 minutes
CinéDôme Les Ribes (Ligne 22)	<i>Départs "Ernest Cristal"</i> 37/jour en semaine (de 6h22 à 19h22) 27 le samedi	<i>Arrivées "Ernest Cristal"</i> 37/jour en semaine (de 5h27 à 20h03) 26 le samedi	26 minutes (en correspondance avec la ligne A)
Aéroport (Ligne 20)	<i>Départs "Zone aéroport"</i> 5/jour en semaine (de 13h07 à 20h26)	<i>Arrivées "Zone aéroport"</i> 4/jour en semaine (de 5h39 à 12h48)	33 minutes (en correspondance avec la ligne A)

Desserte des pôles d'attraction proches du centre-ville de Clermont-Ferrand
par le réseau urbain

(Source : Horaires T2C 2008-2009)

Site et ligne	Fréquence des passages (Site – Centre-ville)	Fréquence des passages (Centre-ville – Site)	Durée moy. du voyage (Site – Centre-ville)
Site Carnot (Ligne B)	<i>Départs "Faculté"</i> 90/jour en semaine (de 5h41 à 23h17) 82 le samedi	<i>Arrivées "Faculté"</i> 89/jour en semaine (de 5h36 à 23h15) 80 le samedi	4 minutes
Site Carnot (Ligne 6)	<i>Départs "Faculté"</i> 54/jour en semaine (de 5h43 à 21h00) 43 le samedi	<i>Arrivées "Faculté"</i> 53/jour en semaine (de 6h09 à 21h22) 42 le samedi	4 minutes
Site Carnot (Ligne 8)	<i>Départs "Faculté"</i> 50/jour en semaine (de 5h46 à 20h23) 43 le samedi	<i>Arrivées "Faculté"</i> 47/jour en semaine (de 6h24 à 20h21) 43 le samedi	4 minutes
Site Carnot (Ligne 9)	<i>Départs "Faculté"</i> 46/jour en semaine (de 5h40 à 20h27) 38 le samedi	<i>Arrivées "Faculté"</i> 47/jour en semaine (de 5h43 à 21h19) 39 le samedi	4 minutes
Site Carnot (Ligne 10)	<i>Départs "Faculté"</i> 46/jour en semaine (de 6h08 à 20h15) 37 le samedi	<i>Arrivées "Faculté"</i> 49/jour en semaine (de 5h56 à 20h45) 38 le samedi	4 minutes

Site Carnot (Ligne 13)	<i>Départs "Faculté"</i> 38/jour en semaine (de 6h05 à 19h56) 28 le samedi	<i>Arrivées "Faculté"</i> 37/jour en semaine (de 6h21 à 20h31) 29 le samedi	4 minutes
Site Gergovia (Ligne A)	<i>Départs "Universités"</i> 150/jour en semaine (de 5h08 à 00h40) 106 le samedi	<i>Arrivées "Universités"</i> 149/jour en semaine (de 4h51 à 00h13) 106 le samedi	3 minutes
Site Gergovia (Ligne 3)	<i>Départs "Universités"</i> 79/jour en semaine (de 5h50 à 21h13) 60 le samedi	<i>Arrivées "Universités"</i> 82/jour en semaine (de 5h46 à 21h20) 65 le samedi	3 minutes
Campus des Cézeaux (Ligne A)	<i>Départs "Campus"</i> 149/jour en semaine (de 5h12 à 00h28) 105 le samedi	<i>Arrivées "Campus"</i> 148/jour en semaine (de 5h05 à 00h25) 105 le samedi	16 minutes
Campus des Cézeaux (Ligne 13)	<i>Départs "Observatoire"</i> 38/jour en semaine (de 5h54 à 19h44) 28 le samedi	<i>Arrivées "Observatoire"</i> 37/jour en semaine (de 6h32 à 20h42) 29 le samedi	16 minutes
CHU (Ligne A)	<i>Départs "CHU Montpied"</i> 150/jour en semaine (de 5h03 à 00h36) 106 le samedi	<i>Arrivées "CHU Montpied"</i> 149/jour en semaine (de 4h56 à 00h17) 106 le samedi	8 minutes
CHU (Ligne 8)	<i>Départs "CHU Montpied"</i> 50/jour en semaine (de 5h33 à 20h10) 43 le samedi	<i>Arrivées "CHU Montpied"</i> 47/jour en semaine (de 6h37 à 20h34) 43 le samedi	19 minutes

Desserte des gares de Clermont-Ferrand par le réseau urbain

(Source : Horaires T2C 2008-2009)

Gare et ligne	Fréquence des passages (Gare – Centre-ville)	Fréquence des passages (Centre-ville – Gare)	Durée moy. du voyage (Gare – Centre-ville)
Gare centrale (Ligne B)	<i>Départs "Gare SNCF"</i> 90/jour en semaine (de 5h39 à 23h15) 82 le samedi	<i>Arrivées "Gare SNCF"</i> 89/jour en semaine (de 5h39 à 23h18) 80 le samedi	7 minutes
Gare centrale (Ligne 3)	<i>Départs "Gare SNCF"</i> 82/jour en semaine (de 5h39 à 21h13) 65 le samedi	<i>Arrivées "Gare SNCF"</i> 79/jour en semaine (de 5h58 à 21h22) 60 le samedi	7 minutes
Gare centrale (Ligne 4)	<i>Départs "Gare SNCF"</i> 72/jour en semaine (de 5h27 à 21h15) 57 le samedi	<i>Arrivées "Gare SNCF"</i> 71/jour en semaine (de 5h50 à 20h59) 58 le samedi	7 minutes

Gare centrale (Ligne 8)	<i>Départs "Gare SNCF"</i> 50/jour en semaine (de 5h43 à 20h20) 43 le samedi	<i>Arrivées "Gare SNCF"</i> 47/jour en semaine (de 6h28 à 20h25) 43 le samedi	5 minutes
Gare La Rotonde (Ligne 3)	<i>Départs "Côte Blatin"</i> 79/jour en semaine (de 5h48 à 21h10) 60 le samedi	<i>Arrivées "Côte Blatin"</i> 82/jour en semaine (de 5h48 à 21h22) 65 le samedi	5 minutes
Gare La Rotonde (Ligne 8)	<i>Départs "Côte Blatin"</i> 50/jour en semaine (de 5h38 à 20h15) 43 le samedi	<i>Arrivées "Côte Blatin"</i> 47/jour en semaine (de 6h32 à 20h30) 43 le samedi	12 minutes
Gare La Pardieu (Ligne A)⁴¹	<i>Départs "La Pardieu Gare"</i> 148/jour en semaine (de 5h34 à 23h48) 102 le samedi	<i>Arrivées "La Pardieu Gare"</i> 146/jour en semaine (de 5h26 à 23h36) 102 le samedi	22 minutes

⁴¹ Le nombre de passages en semaine sur la ligne de tramway correspond à une moyenne car les fréquences sont de 5 à 8 min de 6h00 à 18h00 vers La Pardieu et de 6h50 à 19h00 vers Champratel.

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand, trois agglomérations françaises de taille moyenne	13
Figure 2 : Morphologie urbaine de l'agglomération de Clermont-Ferrand	31
Figure 3 : Morphologie urbaine de l'agglomération de Limoges	33
Figure 4 : Morphologie urbaine de l'agglomération de La Rochelle	35
Figure 5 : Limoges vers 1910, carrefour Tourny	38
Figure 6 : Localisation des établissements industriels au sein des aires urbaines de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand	42
Figure 7 : Répartition de la population par commune au sein de la communauté d'agglomération de La Rochelle	52
Figure 8 : Répartition de la population par commune au sein de la communauté d'agglomération de Limoges	53
Figure 9 : Répartition de la population par commune au sein de la communauté d'agglomération de Clermont-Ferrand	54
Figure 10 : Découpages politiques des territoires en inadéquation avec les aires urbaines	56
Figure 11 : Filtre à particules	62
Figure 12 : Émissions de NO _x par région française en 2000	79
Figure 13 : Concentrations moyennes de fond en NO ₂ sur la période 1999-2006	79
Figure 14 : Présence industrielle française par région	81
Figure 15 : Nombre d'ICPE soumises à déclaration annuelle des émissions sur chaque région française en 2007	83
Figure 16 : Émissions de SO ₂ par région française en 2000	84
Figure 17 : Concentrations moyennes de fond en SO ₂ sur la période 1999-2006	85
Figure 18 : Localisation des principaux établissements polluants sur les trois agglomérations	91
Figure 19 : Localisation des trois agglomérations : de la ville littorale au bassin intramontagnard	93
Figure 20 : Pourcentage moyen de vents par classes de direction du 01/01/1999 au 28/12/2006	95
Figure 21 : Moyennes mensuelles des températures minimales et maximales de l'air sous abri sur la période 1961-1990 (1973-1990 pour Limoges)	96
Figure 22 : Surveillance de la pollution par l'intermédiaire de stations de fond	104
Figure 23 : Station trafic La Grille de La Rochelle	106
Figure 24 : Station trafic Gaillard de Clermont-Ferrand	106
Figure 25 : Station urbaine Verdun de La Rochelle	107
Figure 26 : Station urbaine Présidial de Limoges	107
Figure 27 : Station urbaine Madoumier de Limoges	108
Figure 28 : Station urbaine Delille de Clermont-Ferrand	108
Figure 29 : Station péri urbaine Vaugouin de La Rochelle	109
Figure 30 : Station péri urbaine Garros de Limoges	109
Figure 31 : Station péri urbaine Royat de Clermont-Ferrand	110
Figure 32 : Station rurale du Puy de Dôme	110
Figure 33 : Stations de surveillance de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand parmi les aménagements urbains des agglomérations	111
Figure 34 : Évolution des concentrations moyennes annuelles entre 1999 et 2006	118
Figure 35 : Concentrations moyennes annuelles en SO ₂ et objectif de qualité	121

Figure 36 : Concentrations moyennes annuelles en NO ₂ (haut) et PM10 (bas), objectifs de qualité et valeurs limites pour la santé humaine	122
Figure 37 : Tendances saisonnières de pollution en NO ₂ sur la période 1999-2006	127
Figure 38 : Tendances saisonnières de pollution en SO ₂ sur la période 1999-2004	127
Figure 39 : Tendances saisonnières de pollution en PM10 sur la période 1999-2006.....	127
Figure 40 : Tendances saisonnières de pollution en O ₃ sur la période 1999-2006	129
Figure 41 : Profils saisonniers moyens de pollution et températures sur les trois agglomérations	129
Figure 42 : Tendances hebdomadaires de pollution en NO ₂ sur la période 1999-2006.....	130
Figure 43 : Tendances hebdomadaires de pollution en SO ₂ sur la période 1999-2004	131
Figure 44 : Tendances hebdomadaires de pollution en PM10 sur la période 1999-2006	131
Figure 45 : Tendances hebdomadaires de pollution en O ₃ sur la période 1999-2006.....	132
Figure 46 : Profils hebdomadaires moyens de pollution en NO ₂ et O ₃ sur les stations urbaines des trois agglomérations.....	133
Figure 47 : Part de variance des stations de mesure sur l'axe F1 pour la pollution en NO ₂ , SO ₂ , PM10 et O ₃	135
Figure 48 : Influence couplée d'émissions industrielles et des vents sur les hausses de pollution en SO ₂ et PM10 au sein de la station péri urbaine de La Rochelle.....	140
Figure 49 : Influence couplée d'émissions industrielles et des vents sur les hausses de pollution en SO ₂ au sein de la station péri urbaine de Limoges.....	142
Figure 50 : Présentation du circuit de mesures tracé au sein du centre-ville de Limoges	146
Figure 51 : Mesures itinérantes des taux de CO à Limoges.....	148
Figure 52 : Conditions météorologiques durant la campagne de mesures.....	149
Figure 53 : Variation temporelle du nombre total de voitures durant 1 mn et des concentrations maximales moyennes en CO sur les points d'arrêt.....	151
Figure 54 : Fluctuations des concentrations en CO sur les quatre circuits	153
Figure 55 : Concentrations maximales en CO sur 1 mn et nombre de voitures sur les onze points d'arrêt et l'avenue de la Libération, le lundi entre 16h40 et 17h40.....	155
Figure 56 : Hausse ponctuelle des concentrations en CO le lundi matin (en comparaison avec le circuit du lundi après-midi)	156
Figure 57 : Concentrations élevées en CO au sein de l'espace piétonnier le dimanche après-midi (en comparaison avec le circuit du lundi matin).....	157
Figure 58 : Spatialisation de la pollution au sein des agglomérations de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand	166
Figure 59 : Promotion touristique de la ville de La Rochelle	176
Figure 60 : Mise en valeur de la chaîne des Puys à Clermont-Ferrand.....	177
Figure 61 : Mise en valeur des activités manufacturières à Limoges	178
Figure 62 : Affiches de promotion des modes de transport à Limoges et La Rochelle	181
Figure 63 : Exemples de systèmes d'affichage aux arrêts à Clermont-Ferrand.....	184
Figure 64 : Incohérence des échelles d'élaboration des politiques urbaines à La Rochelle ..	188
Figure 65 : Incohérence des échelles d'élaboration des politiques urbaines à Clermont-Ferrand	191
Figure 66 : Incohérence des échelles d'élaboration des politiques urbaines à Limoges.....	193
Figure 67 : Nouveaux axes de circulation prévus par les PDU à Clermont-Ferrand et Limoges	198
Figure 68 : Exemples de partages de voirie à Clermont-Ferrand et La Rochelle	200
Figure 69 : Modèle d'organisation de la circulation urbaine proposé dans les PDU des agglomérations de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand	205
Figure 70 : Usages (domicile-travail) de la voiture et des transports en commun par commune, sur les communautés d'agglomération de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand	208

Figure 71 : Présentation des zones de l'enquête menée à Limoges	210
Figure 72 : Répartition des moyens de transport par types de trajet (en %) sur Limoges et sa 1 ^{ère} couronne.....	212
Figure 73 : Moyens de transport utilisés selon les destinations sur Limoges et sa 1 ^{ère} couronne	214
Figure 74 : Améliorations attendues dans les transports en commun sur Limoges et sa 1 ^{ère} couronne (en %)	218
Figure 75 : Dessertes communales en transports en commun au sein des aires urbaines de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand.....	222
Figure 76 : Desserte ferroviaire par les réseaux TER des communautés d'agglomération de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand.....	224
Figure 77 : Exemples d'accessibilité des véhicules des réseaux urbains.....	231
Figure 78 : Réseau urbain de la communauté d'agglomération de Clermont-Ferrand	233
Figure 79 : Réseau urbain de la communauté d'agglomération de La Rochelle.....	235
Figure 80 : Réseau urbain de la communauté d'agglomération de Limoges.....	238
Figure 81 : Communes desservies par les réseaux urbains réguliers de transports en commun en semaine au sein des communautés d'agglomération.....	240
Figure 82 : Fréquences des passages quotidiens du réseau urbain au sein de la communauté d'agglomération de La Rochelle	241
Figure 83 : Population de l'agglomération de La Rochelle et desserte en transports urbains.....	242
Figure 84 : Fréquences des passages quotidiens du réseau régional au sein de la communauté d'agglomération de La Rochelle	243
Figure 85 : Fréquences des passages quotidiens du réseau urbain au sein de la communauté d'agglomération de Clermont-Ferrand.....	245
Figure 86 : Population de l'agglomération de Clermont-Ferrand et desserte en transports urbains	246
Figure 87 : Fréquences des passages quotidiens du réseau régional au sein de la communauté d'agglomération de Clermont-Ferrand.....	248
Figure 88 : Fréquences des passages quotidiens du réseau urbain au sein de la communauté d'agglomération de Limoges.....	250
Figure 89 : Population de l'agglomération de Limoges et desserte en transports urbains.....	252
Figure 90 : Fréquences des passages quotidiens du réseau départemental au sein de la communauté d'agglomération de Limoges	253
Figure 91 : Fréquences des passages quotidiens du réseau régional au sein de la communauté d'agglomération de Limoges.....	255
Figure 92 : Fréquences des passages quotidiens de l'ensemble des réseaux au sein de la communauté d'agglomération de Limoges et des principales communes voisines.....	257
Figure 93 : Usages des transports en commun par commune et fréquences des passages quotidiens de l'ensemble des réseaux au sein des communautés d'agglomération de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand.....	262
Figure 94 : Desserte des principaux pôles d'attraction de l'agglomération de La Rochelle par le réseau urbain.....	265
Figure 95 : Desserte des principaux pôles d'attraction de l'agglomération de Clermont-Ferrand par le réseau urbain	267
Figure 96 : Desserte des principaux pôles d'attraction de l'agglomération de Limoges par le réseau urbain	269
Figure 97 : Organisation spatiale des principales zones industrielles et d'activités des agglomérations de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand	271
Figure 98 : Desserte des principaux quartiers excentrés de la commune de Limoges par le réseau urbain	275

Figure 99 : Desserte du centre-ville de Clermont-Ferrand par le réseau urbain	279
Figure 100 : Desserte des pôles d'attraction proches du centre-ville de La Rochelle par le réseau urbain	281
Figure 101 : Desserte des pôles d'attraction proches du centre-ville de Clermont-Ferrand par le réseau urbain.....	282
Figure 102 : Desserte des pôles d'attraction proches du centre-ville de Limoges par le réseau urbain.....	283
Figure 103 : Réseaux urbains de soirée.....	284
Figure 104 : Réseaux urbains des dimanches et jours fériés.....	286
Figure 105 : Deux possibilités d'aménagement de voies réservées aux transports en commun	288
Figure 106 : Exemples d'arrêts ou stations au confort inégal	292
Figure 107 : Exemples de pistes cyclables, éloignées ou non des voies de trafic.....	297
Figure 108 : Exemples de bandes cyclables, le long d'un trottoir ou de places de stationnement	298
Figure 109 : Exemples de voies cyclables directement intégrées au trafic	298
Figure 110 : Réseaux cyclables des communautés d'agglomération de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand	299
Figure 111 : Des aménagements cyclables plus ou moins adéquats	302
Figure 112 : Libre-service vélos de La Rochelle	304
Figure 113 : Agences de location de vélos à Clermont-Ferrand	305
Figure 114 : Location de voitures électriques à La Rochelle.....	307
Figure 115 : Pôles d'échanges de La Rochelle	308
Figure 116 : Pôles d'échanges de Clermont-Ferrand.....	309
Figure 117 : Pôles d'échanges de Limoges.....	310
Figure 118 : Desserte des gares de La Rochelle par le réseau urbain	312
Figure 119 : Desserte des gares de Clermont-Ferrand par le réseau urbain.....	313
Figure 120 : Desserte de la gare de Limoges par le réseau urbain.....	314
Figure 121 : Spécificités des parcs relais de Clermont-Ferrand.....	316
Figure 122 : Spécificités des parcs relais de La Rochelle	318
Figure 123 : Spécificités des parcs relais de Limoges	320
Figure 124 : Secteur piétonnier de La Rochelle.....	324
Figure 125 : Secteur piétonnier de Limoges	325
Figure 126 : Secteur piétonnier de Clermont-Ferrand	326
Figure 127 : Parcs de stationnement des centres-villes de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand	331
Figure 128 : Évolution du prix des carburants en France depuis 1990	348

TABLE DES TABLEAUX

Tableau I : Évolution des distances et des modes de déplacement domicile-travail en France	37
Tableau II : Avantages et inconvénients perçus des transports en commun et de la voiture particulière.....	39
Tableau III : Principaux combustibles utilisés au sein des résidences principales des communes des trois agglomérations en 2006.....	44
Tableau IV : Population des communes de la communauté d'agglomération de La Rochelle	52
Tableau V : Population des communes de la communauté d'agglomération de Limoges.....	53
Tableau VI : Population des communes de la communauté d'agglomération de Clermont-Ferrand	54
Tableau VII : Modes de déplacement pour les trajets domicile-travail dans diverses agglomérations françaises et suisses	74
Tableau VIII : Modes de déplacements pour les trajets domicile-travail	76
Tableau IX : Part de la population résidant et travaillant dans la même commune.....	76
Tableau X : Principaux établissements polluants recensés sur les trois agglomérations	89
Tableau XI : Polluants mesurés au sein de chacune des stations retenues.....	112
Tableau XII : Total des données et taux de lacunes au sein de chaque série de données	113
Tableau XIII : Valeurs limites pour la santé humaine du dioxyde d'azote.....	121
Tableau XIV : Valeurs limites pour la santé humaine des PM10.....	121
Tableau XV : Part de variance (en %) sur les axes F1 et F2 des stations de mesure pour la pollution en NO ₂	136
Tableau XVI : Part de variance (en %) sur l'axe F1 des stations de mesure pour la pollution en O ₃	137
Tableau XVII : Moyennes journalières de SO ₂ sur la station Garros de Limoges et caractéristiques du vent quotidien moyen sur la station de Limoges-Bellegarde	141
Tableau XVIII : Caractéristiques des voies empruntées sur le circuit de mesures	147
Tableau XIX : Caractéristiques des onze points d'arrêt réalisés sur le circuit de mesures....	147
Tableau XX : Valeurs moyennes horaires durant les heures de mesures, issues de la station Météo France de Limoges-Bellegarde	148
Tableau XXI : Données relatives aux quatre circuits et aux onze points d'arrêt.....	151
Tableau XXII : Réglementations du stationnement payant sur voirie	330
Tableau XXIII : Parcs de stationnement au sein des espaces centraux.....	332

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE	9
INTRODUCTION	11
PARTIE I : TROIS AGGLOMÉRATIONS FACE À LA POLLUTION LOCALE DE L’AIR	19
Chapitre 1. Une pollution urbaine diversifiée, évolutive, mais bien identifiée.....	20
1.1. Des émissions aux perceptions de la pollution.....	20
1.1.1. Des polluants variés aux origines ciblées.....	21
1.1.1.1. Les polluants les plus présents et les plus contrôlés.....	21
1.1.1.2. D’autres polluants primaires aux effets sanitaires non négligeables.....	22
1.1.2. Une pollution aux manifestations diverses.....	23
1.1.3. Des impacts sur la santé humaine à considérer	24
1.2. Une évolution des émissions dépendant surtout de l’organisation des agglomérations	27
1.2.1. Une organisation des agglomérations de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand marquée par la péri urbanisation.....	27
1.2.2. Une évolution de la place de l’automobile en lien avec l’urbanisation	36
1.2.2.1. Un choix délibéré d’une politique tournée vers l’automobile.....	36
1.2.2.2. L’automobile, un mode de transport très attractif adapté à l’étalement urbain.....	38
1.2.3. Les sources fixes de pollution : un phénomène en diminution	40
1.2.3.1. Des activités industrielles aux impacts amoindris et déplacés.....	40
1.2.3.2. Une influence des modes de chauffage moins prégnante	43
1.2.4. L’impact de la morphologie urbaine sur les niveaux de pollution.....	45
1.2.5. La nécessité d’une échelle d’approche élargie face à la péri urbanisation et à l’extension spatiale des sources d’émissions	46
1.3. Une prise en compte récente de la pollution de l’air en France	47
1.3.1. Une avancée dans le cadre juridique de la pollution de l’air : la LAURE	47
1.3.1.1. Un outil de contrôle devenu obligatoire : la surveillance de la qualité de l’air	48
1.3.1.2. Un outil de planification des transports au service de la qualité de l’air : le PDU	50
1.3.1.3. Des incohérences dans les échelles d’élaboration des politiques.....	50
1.3.2. Une intégration progressive dans l’aménagement urbain : la loi SRU	57
1.3.3. La technologie et le droit au service d’une limitation des émissions.....	60
1.3.3.1. La pollution issue de la circulation routière	60
1.3.3.2. La pollution issue des activités industrielles	64
1.3.4. Une lutte parallèle contre la pollution locale et l’effet de serre	65
1.3.4.1. La pollution atmosphérique : un phénomène complexe à plusieurs échelles	66
1.3.4.2. Des enjeux de pollution minorés dans le contexte de l’effet de serre	68
Conclusion du chapitre 1	70

Chapitre 2. La pollution de l'air à l'échelle locale, du littoral atlantique au Massif central	71
2.1. Des caractères urbains relativement similaires	71
2.1.1. Un mode de déplacement largement privilégié : la voiture individuelle	72
2.1.2. Un usage assez faible des transports urbains pour les déplacements domicile-travail	73
2.1.3. Des villes moyennes assez peu polluées à l'échelle de la France	78
2.2. Une présence industrielle modérée mais contrastée	80
2.2.1. Des régions parmi les moins industrialisées du pays	80
2.2.2. Des participations faibles à la pollution atmosphérique nationale	83
2.2.3. Une tradition industrielle disparate	85
2.2.4. Une présence industrielle locale inégale	88
2.3. Des conditions locales plus ou moins favorables à la qualité de l'air	92
2.3.1. Des contextes climatiques et topographiques contrastés	92
2.3.1.1. Des conditions assez propices à la dispersion de la pollution sur le littoral atlantique	93
2.3.1.2. Des caractères peu susceptibles d'empêcher la dispersion des polluants à Limoges	95
2.3.1.3. Un contexte néfaste à la qualité de l'air dans le bassin de Clermont-Ferrand	97
2.3.2. Des investissements environnementaux inégaux	98
Conclusion du chapitre 2	99
Conclusion de la première partie	100

PARTIE II : LA VARIABILITÉ DANS LE TEMPS ET L'ESPACE DE QUELQUES POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES 101

Chapitre 1. Des données diverses pour l'étude des variations de la pollution en NO ₂ , SO ₂ , PM10 et O ₃	102
1.1. La pollution de l'air : des mesures réalisées par les AASQA	102
1.1.1. Des stations de mesure plus ou moins nombreuses sur les trois agglomérations	104
1.1.2. Un choix nécessaire : dix stations de mesure retenues pour l'étude	105
1.2. L'influence de la météorologie : des mesures réalisées par Météo France	113
1.3. Des données au service d'analyses temporelles et spatiales de la pollution	114
Conclusion du chapitre 1	115
Chapitre 2. Des niveaux de pollution variables dans le temps	117
2.1. Des évolutions dans les concentrations annuelles entre 1999 et 2006	117
2.1.1. Une pollution globale en légère baisse à La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand	117
2.1.1.1. Une baisse générale mais contrastée des teneurs moyennes en dioxyde d'azote	118
2.1.1.2. Deux exceptions au profil général de pollution en dioxyde de soufre et PM10 : un premier aperçu de l'influence d'activités industrielles	119
2.1.1.3. Une pollution photochimique plus présente sur la période : l'impact notable de l'année 2003	119
2.1.2. Des niveaux plus ou moins conformes aux normes de qualité de l'air	120
2.1.2.1. Des teneurs en dioxyde de soufre très inférieures à l'objectif de qualité	121
2.1.2.2. Des valeurs trop élevées pour la pollution liée au trafic automobile	122
2.1.3. Une évolution de la pollution locale en accord avec celle de la France	123

2.2. Des fluctuations saisonnières de pollution voisines sur les trois agglomérations... 125	
2.2.1. Des variations mensuelles en dioxyde d'azote plus marquées sur les sites excentrés..... 126	126
2.2.2. Des conditions hivernales propices à la pollution primaire 126	126
2.2.3. La pollution photochimique : un phénomène caractéristique de la saison chaude 128	128
2.3. Une pollution inégale à l'échelle hebdomadaire 130	130
2.3.1. Une pollution plus présente pendant la semaine de travail 130	130
2.3.2. Des week-ends marqués par la pollution en ozone 132	132
2.4. Des contrastes journaliers de pollution sous l'influence des conditions météorologiques 134	134
2.4.1. Le dioxyde d'azote : un polluant aux teneurs variables, très dépendant des émissions automobiles et des facteurs météorologiques 135	135
2.4.2. La pollution en ozone : des journées aux caractéristiques thermiques bien marquées..... 137	137
2.4.3. Deux stations au comportement particulier pour le dioxyde de soufre et les PM10 139	139
Conclusion du chapitre 2..... 143	143
Chapitre 3. Les espaces centraux soumis à la variabilité spatio-temporelle de la pollution : l'exemple de mesures itinérantes du CO à Limoges 144	144
3.1. Des mesures des taux de CO dans un contexte de concentration de la pollution ... 144	144
3.1.1. Un site représentatif de la pollution automobile de proximité : l'hypercentre de Limoges 145	145
3.1.2. Des mesures itinérantes des taux de CO 146	146
3.1.3. Des conditions météorologiques favorables à la concentration des polluants . 148	148
3.2. Une variabilité temporelle des teneurs en CO..... 150	150
3.3. Une variabilité temporelle et spatiale des teneurs en CO à l'échelle du quartier... 152	152
3.3.1. Des hausses ponctuelles du CO liées au trafic automobile 153	153
3.3.2. Des hausses des valeurs influencées par la morphologie urbaine 156	156
Conclusion du chapitre 3..... 158	158
Conclusion de la deuxième partie 159	159

PARTIE III : LES POLITIQUES URBAINES DE TRANSPORT EN RÉPONSE À LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE 161

Chapitre 1. Une place variable pour la pollution de l'air dans les politiques environnementales des agglomérations..... 162	162
1.1. Des engagements politiques différents..... 162	162
1.1.1. Une prise en compte plus ou moins précoce des enjeux environnementaux ... 162	162
1.1.2. Une pollution de l'air inégale dans l'espace 163	163
1.1.2.1. Une pollution en dioxyde d'azote plus marquée en centre-ville et à Clermont-Ferrand 164	164
1.1.2.2. Une pollution photochimique plus présente à Clermont-Ferrand 165	165
1.1.2.3. Des influences industrielles en espace péri urbain à La Rochelle et Limoges 165	165
1.2. Des acteurs nombreux pour la gestion de la pollution de l'air..... 167	167
1.2.1. Une faible collaboration entre associations de surveillance et aménageurs.... 168	168
1.2.2. Une collaboration utile mais progressive des administrations et entreprises... 171	171
1.2.3. Une place étroite pour la pollution de l'air dans les préoccupations actuelles 173	173

1.2.4. Des actions d'information, de communication et de sensibilisation parfois insuffisantes.....	174
1.2.4.1. La qualité de l'air comme argument de communication.....	175
1.2.4.2. La promotion nécessaire des nouvelles mobilités.....	180
1.2.5. Une participation nécessaire des citoyens.....	185
1.3. Le PDU : un nom similaire pour des politiques différentes.....	187
1.3.1. Une démarche d'élaboration et un contenu variables.....	188
1.3.1.1. Une élaboration précoce et concertée à La Rochelle.....	188
1.3.1.2. Un premier PDU désormais actualisé à Clermont-Ferrand.....	190
1.3.1.3. Une mise en œuvre tardive à Limoges.....	192
1.3.2. Des objectifs communs mais des mises en application inégales.....	195
1.3.2.1. L'amélioration de l'offre des transports en commun.....	196
1.3.2.2. La restriction de la circulation automobile en centre-ville.....	197
1.3.2.3. La gestion du stationnement.....	199
1.3.2.4. Le partage de la voirie entre les modes de transport.....	200
1.3.2.5. L'accroissement des offres de correspondances intermodales.....	201
1.3.2.6. La limitation du phénomène de péri urbanisation.....	201
1.4. Une présence encore prééminente de la voiture : l'efficacité des PDU en devenir	206
1.4.1. Des usages des transports en commun variables au sein des agglomérations .	206
1.4.2. Des déplacements contrastés au sein de l'unité urbaine de Limoges.....	209
Conclusion du chapitre 1.....	215
Chapitre 2. Un mode de déplacement aux qualités inégales : les transports en commun..	216
2.1. Des attentes nombreuses de la part des habitants.....	216
2.2. Une organisation réglementée des transports publics urbains.....	219
2.3. Une complémentarité nécessaire mais insuffisante entre les réseaux de transports	222
2.3.1. Des réseaux départementaux privilégiant le transport scolaire.....	223
2.3.2. Le train, une alternative de plus en plus adaptée aux agglomérations.....	224
2.3.3. Une gestion collective des réseaux pour une offre ancrée dans les "territoires vécus".....	225
2.4. Des accès contrastés aux transports urbains mais une volonté commune, bien qu'inégale, de renouvellement.....	227
2.4.1. Des réseaux urbains essentiellement construits autour du bus.....	228
2.4.2. Des parcs de bus de plus en plus orientés vers le respect de l'environnement	228
2.4.3. Une évolution obligatoire vers une plus grande accessibilité des véhicules : un objectif dépassant la cadre de l'environnement.....	229
2.5. Des dessertes plus ou moins cohérentes avec l'organisation urbaine.....	232
2.5.1. Des améliorations plus marquées à La Rochelle et Clermont-Ferrand.....	232
2.5.2. Une desserte insuffisante des communes périphériques.....	239
2.5.2.1. Des dessertes plus équilibrées entre communes à La Rochelle.....	241
2.5.2.2. Des fréquences de passage plus grandes à Clermont-Ferrand.....	244
2.5.2.3. Un réseau urbain très incomplet à Limoges.....	249
2.5.2.4. Des points communs dans l'organisation des réseaux.....	258
2.5.2.4.1. Des fréquences de passage globalement insuffisantes.....	259
2.5.2.4.2. Des dessertes trop contrastées au sein de chaque agglomération.....	260
2.5.3. Des aménagements urbains encore trop orientés vers l'accessibilité automobile.....	264
2.5.3.1. Des pôles d'attraction inégalement desservis par les transports en commun.....	264
2.5.3.2. Une évolution nécessaire des critères de localisation des futurs équipements.....	270

2.5.4. Des quartiers urbains inégalement desservis par les modes de transport collectifs	273
2.5.4.1. Un territoire marqué par les contrastes et les attentes des habitants : l'exemple de Limoges	274
2.5.4.2. Des réseaux principalement axés sur les centres-villes.....	277
2.5.4.3. Des offres très concentrées sur la semaine et les horaires de journée.....	284
2.6. La vitesse de circulation comme argument face à l'usage de la voiture	287
2.7. Le coût et le confort : des critères qualitatifs à prendre en compte.....	289
Conclusion du chapitre 2.....	293
Chapitre 3. Des aménagements urbains assez contrastés d'une agglomération à l'autre...	295
3.1. Des écarts marqués dans la promotion du vélo	295
3.1.1. Une pratique du vélo globalement assez faible.....	296
3.1.2. Des aménagements cyclables insuffisants et manquant de continuité	297
3.1.3. Des offres de location inégales, voire inexistantes	303
3.2. L'intermodalité comme alternative à l'usage de la voiture.....	307
3.2.1. Des espaces de convergence des divers modes : les pôles d'échanges.....	307
3.2.2. Des lieux de connexion à privilégier : les gares ferroviaires	311
3.2.3. Une solution de déplacement laissant une place à la voiture : les parcs relais	315
3.2.4. Un mode à promouvoir en interconnexion : le vélo.....	321
3.3. L'accès aux centres-villes face aux enjeux de fréquentation commerciale	323
3.3.1. La piétonisation des centres urbains : un aménagement avantageux mais controversé	324
3.3.2. Le principal corollaire des déplacements automobiles : le stationnement	327
3.3.2.1. L'évolution des politiques de stationnement : outils d'aménagement urbain	328
3.3.2.2. Des objectifs communs centrés sur une augmentation du stationnement payant	329
3.3.2.3. L'échec des politiques de stationnement : l'exemple de Limoges.....	333
3.4. Des améliorations nécessaires à mener sur plusieurs fronts	335
3.4.1. Un manque de compétitivité des transports en commun urbains.....	335
3.4.1.1. Des réseaux de transports devant s'adapter aux besoins des habitants	337
3.4.1.2. Une relation entre urbanisme et transports pour des aménagements plus cohérents.....	339
3.4.2. Une présence encore trop marquée des voitures en centre-ville	341
3.4.2.1. Une organisation urbaine devant être construite autour des modes doux.	342
3.4.2.2. Des centres urbains destinés à accueillir les modes moins polluants.....	343
3.4.3. Des changements devant s'adapter aux acquis culturels de la société : de l'intérêt individuel à l'intérêt collectif	346
3.4.3.1. Des évolutions fortement dépendantes d'aspects psychologiques.....	346
3.4.3.2. Une influence possible des coûts énergétiques sur les comportements	347
Conclusion du chapitre 3.....	349
Conclusion de la troisième partie	351
CONCLUSION.....	353

BIBLIOGRAPHIE	359
ANNEXES.....	375
TABLE DES FIGURES.....	409
TABLE DES TABLEAUX	413
TABLE DES MATIÈRES	415

RÉSUMÉ

La pollution de l'air concerne tout particulièrement les espaces urbains, où la part due au trafic automobile a supplanté celle des sources d'émissions plus anciennes que sont les activités industrielles et les systèmes de chauffage. Les déplacements quotidiens constituent aujourd'hui la principale origine de la pollution enregistrée au sein des agglomérations, dont l'organisation s'appuie fortement sur le mode de transport que constitue la voiture. Depuis les années 1980, et plus particulièrement 1990, la France a, comme de nombreux autres pays d'Europe et du monde, commencé à prendre en compte la pollution de l'air et ses conséquences dans l'élaboration de certaines actions de politique environnementale. Une loi sur l'air et des réglementations ont donc été adoptées afin de réduire les émissions. La surveillance de la qualité de l'air doit constituer la base de la lutte contre la pollution. Les associations qui en sont chargées au niveau régional peuvent ainsi proposer les résultats de mesure des principaux polluants, utiles aux prises de décisions, et qui doivent également être portés à la connaissance des populations. Mais si les problèmes issus de la pollution sont surtout connus et médiatisés dans les grandes villes, ils touchent également les agglomérations moyennes, à l'image de celles de La Rochelle, Limoges et Clermont-Ferrand. Il s'avère ainsi utile de s'interroger sur les enjeux de la surveillance et des politiques d'aménagement dans des contextes plus ou moins enclins à lutter contre la pollution de l'air. Ceci passe par l'étude des variations temporelles et spatiales moyennes de certains polluants (CO, NO₂, SO₂, PM10, O₃) et la mise en relation de ces observations avec ce qui constitue le point central des politiques actuelles d'aménagement urbain : la diminution de l'usage régulier de la voiture particulière au profit de celui des modes alternatifs, et notamment des transports en commun.

ABSTRACT

Air pollution particularly affects urban areas, where road traffic has become the most important source of emissions, ahead of older sectors as factories' activities and heating. Actually, regular mobility is the main cause of recorded pollution in agglomerations, of which automobile represents the central point of organization. For a couple of decades and particularly since the 1990's, France has begun to take into account air pollution and its consequences in some environmental policies. In order to reduce emissions, an air law and some rules were adopted. In this fight against atmospheric pollution, surveillance must be the basis of every political choices. This one is made by regional associations, able to give measures of the main pollutants and show them to the inhabitants. However, if media coverage of pollution problems is especially given to the biggest cities, medium-sized ones, as La Rochelle, Limoges and Clermont-Ferrand, are concerned too. Consequently, it is useful to wonder about surveillance stakes and urban planning in cities which are more or less inclined to fight against air pollution. This aim needs a temporal and spatial variabilities study of some pollutants (CO, NO₂, SO₂, PM10, O₃) and their relation with the main point of current urban planning policies: to reduce the daily use of private car and to increase this of alternative modes of transportation, particularly public transport.