



Etude sur les effets spatiaux du développement de
l'offre dans le domaine du transport régional de
personne

Analyse du projet de S-Bahn 2G sur le
Canton de Zurich

Rapport final



Communauté d'études pour l'aménagement du territoire

EPFL ENAC INTER CEAT • BP • Station 16 • 1015 Lausanne • tél. 021 693 41 65 • fax 021 693 41 54 • <http://ceat.epfl.ch>

32.207.13 – SW-gn

Etude sur les effets spatiaux du développement de l'offre dans
le domaine du transport régional de personne

Analyse du projet de S-Bahn 2G sur le Canton de Zurich

Rapport final

Pierre Dessemontet

Sandra Walter

André Ourednik

Vincent Kaufmann

Remerciements

Nous remercions chaleureusement pour leur disponibilité et leurs contributions les membres du groupe de suivi ainsi que les interlocuteurs qui ont bien voulu nous consacrer un peu de leur temps précieux.

Impressum

Référencement recommandé

DESSEMONTET Pierre, WALTER Sandra, OUREDNIK André, KAUFMANN Vincent, 2013. *Etude sur les effets spatiaux du développement de l'offre dans le domaine du transport régional de personne – Analyse du projet de S-Bahn 2G sur le Canton de Zurich*. Lausanne : CEAT.

Mandant

Office fédéral des transports - OFT

Equipe de projet

Pierre Dessemontet, Sandra Walter, André Ourednik et Vincent Kaufmann
Communauté d'études pour l'aménagement du territoire (CEAT),
Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL)

Diffusion

EPFL ENAC INTER CEAT
BP – Station 16
CH - 1015 Lausanne
Tél. +41 (0) 21 693 41 65
Fax +41 (0) 21 693 41 54
secretariat.ceat@epfl.ch
<http://ceat.epfl.ch>

Table des matières

1. Effets spatiaux du développement des transports : Etat de la recherche	4
1.1. Cadre d'analyse	4
1.2. Effets sur les flux : ce qui ressort de la littérature	6
1.2.1. Les transferts modaux	6
1.2.2. Changements de destinations et changements de stratégie résidentielle	6
1.2.3. Le renoncement à l'automobile	7
1.2.4. Les effets de rebond	8
1.3. Effets sur le territoire : ce qui ressort de la littérature	8
1.3.1. Développement des transports publics et urbanisation	9
1.3.2. Développement des transports publics et étalement urbain	11
1.4 Synthèse	13
2. Mesures et outils pour limiter l'Etalement urbain	15
2.1. Etat des lieux de la coordination urbanisation-transport dans le contexte zurichois	15
2.2. Les mesures possibles en regard des bonnes pratiques dans le contexte Européen	17
2.2.1. L'échelle d'action adéquate	18
2.2.2. Mesures favorisant un développement vers l'intérieur	19
2.2.3. Mesures sur le foncier et le logement	20
2.2.4. Mesures en matière de mobilité	21
2.3. Les enjeux de la mobilité dans le contexte zurichois	23
3. Evaluation de l'impact probable du projet 2G sur le développement territorial du Canton de Zurich	26
3.1. Objectifs et méthodologie	26
3.1.1. Buts	26
3.1.2. Hypothèses de travail	26
3.1.3. Méthodes statistiques	27
3.1.4. Données à disposition	27
3.2. Analyses préliminaires	29
3.2.1. Etude des relations entre les variables d'état	29
3.2.2. Etude des relations entre les variables d'évolution	30
3.3. Modélisation	31
3.3.1. Faisabilité	31
3.3.2. Présentation du modèle 1	32
3.3.3. Présentation du modèle 2	33
3.3.4. Leçons issues des deux modèles	34
3.4. Application des modèles pour 2030	35
3.4.1. Temps de parcours en TP	35
3.4.2. Application du modèle 1 pour 2030 : résultats	40
3.4.3. Application du modèle 2 pour 2030 : résultats	48

3.5. Conclusions.....	56
4. Conclusions générales	59
5. Références	62
6. Annexe I.....	69
7. Annexe II	77

CONTEXTE ET OBJECTIFS DE LA RECHERCHE

L'Office Fédéral des Transports (ci-après : OFT) a souhaité mener une recherche sur les effets spatiaux qu'aurait le développement de l'offre de transports, en particulier le développement de la vitesse en transports publics sur les flux pendulaires. Le cadre de cette demande est un projet de la communauté tarifaire zurichoise, qui prévoit, à terme, de segmenter le réseau RER de Zurich en deux zones concentriques : la zone interne continuerait de fonctionner comme à présent ; dans la zone externe, les gares seraient desservies en totalité jusqu'à arriver à la limite entre les deux zones, puis les convois se rendraient ensuite directement à la gare centrale de Zurich, sans desservir les stations de la zone interne. L'effet en serait un net raccourcissement des distances-temps entre la couronne éloignée et le centre, ainsi qu'entre toutes les relations devant passer par le centre. La question qui se pose est de savoir si cette amélioration de l'accessibilité peut avoir pour effet d'encourager la dispersion spatiale, c'est-à-dire de favoriser le développement des régions les plus externes de la métropole, qui seraient concernées au premier chef par l'amélioration de l'offre, au détriment de régions plus internes, non concernées, voire péjorées par ce développement.

L'objectif général de la présente recherche est de déterminer s'il existe un effet mesurable et démontrable entre l'évolution de l'accessibilité d'une localité donnée vers le centre d'une métropole et le développement de cette localité.

La recherche comprend trois parties principales :

- Un état de l'art scientifique sur les connaissances relatives aux effets de l'accessibilité sur le développement urbain et les flux de mobilité. Cette revue de la littérature vise non seulement à identifier des travaux de recherche, mais aussi les bonnes pratiques en matière de mise en cohérence des politiques de transports et de développement territorial. Outre une recherche bibliographique, ce travail s'appuie sur des interviews auprès d'acteurs publics du domaine.
- Une identification des leviers susceptibles d'être actionnés par les pouvoirs publics pour mettre en cohérence les politiques de transports et de développement territorial dans l'optique de limiter l'étalement urbain. Ce deuxième volet, qui s'appuie en partie sur des interviews auprès d'acteurs publics du domaine, vise en particulier à identifier les mesures pertinentes pour le cas zurichois.
- Une modélisation prospective des effets spatiaux du raccourcissement des temps de trajets du S-Bahn Zurichois. Ce troisième volet d'analyse est mené sur l'ensemble des communes du Canton de Zurich, ainsi que sur les parties des cantons voisins couverts par la communauté tarifaire zurichoise (les villes de Zurich et de Winterthur sont subdivisées en quartiers). Il est admis que la gare centrale de Zurich constituera le point central de la métropole zurichoise : les temps d'accès seront mesurés pour chaque commune / quartier vers elle. La méthode consiste à comparer les données issues des matrices de temps de parcours avec les données issues des recensements et de la statistique de la superficie, et à mettre en évidence d'éventuelles relations entre ces paramètres, et leur évolution. Les méthodes utilisées pour cette étude sont la régression multiple et la GWR (*geographically weighted regression*).

Ces trois investigations permettent une identification des enjeux politiques et des pistes d'action liées en vue de réguler les liens entre l'amélioration de la vitesse ferroviaire et les stratégies de localisation résidentielle des ménages.

1. EFFETS SPATIAUX DU DÉVELOPPEMENT DES TRANSPORTS : ETAT DE LA RECHERCHE

1.1. CADRE D'ANALYSE

Nous trouvons dans la littérature plusieurs tentatives d'élaboration de modèles permettant d'analyser les effets territoriaux du développement des infrastructures de transport. Les études Transecon (Sammer & al., 2003) et ARE (Synergo, 2004) reposent sur le modèle TRIPOD. Dans ce modèle, les effets spatiaux sont le résultat des effets combinés des nouvelles infrastructures de transport, du potentiel de la région et du comportement des acteurs. Un autre modèle d'analyse a été développé par Wegener dans le cadre de TRANSPLUS 2003 et repris dans une étude récente (Schürmann & Spiekermann, 2011). Il s'agit du « *Land Use Transport Feedback Cycle* » illustré ci-dessous (Wegener, 1996).



De manière synthétique, le modèle de Wegener dit ceci : la modification des conditions de transport (horaire, distance - temps et coût) peut avoir des effets sur les flux de transport et sur le territoire. En ce qui concerne ce dernier élément, l'idée est que l'accroissement de l'accessibilité tend à renforcer l'attractivité des localités et donc influencer, en lien à d'autres facteurs d'attractivité, les choix de localisation des promoteurs et des usagers (entreprises, services, habitants). Cela a ainsi des conséquences sur la localisation des activités de construction, de rénovation voire de destructions. Ce qui change la structure du milieu bâti. (BBSR : 2011 : 20). Cependant, il n'y a pas d'effet déterministe des infrastructures est les effets finaux seront influencés par les conditions cadre. Ces conditions cadre englobent non seulement les autres facteurs qui déterminent l'attractivité d'une région, mais

aussi les actions des acteurs de la planification urbaine et régionale. Ces derniers peuvent par ailleurs agir à presque tous les endroits du circuit.

Wegener et Fürst (1999) notent que les effets sur les flux du développement des infrastructures de transports tendent à être nettement plus marqués que les effets sur le territoire (1999 : X). L'impact sur l'usage du sol étant médiatisé par la question de l'accessibilité et de l'attractivité d'une localité. Les auteurs notent qu'une plus grande accessibilité tend à augmenter l'attractivité d'une localité pour tous type d'usage, influençant ainsi la direction des nouveaux développements urbains. Si l'accessibilité augmente dans l'ensemble de la ville, le résultat sera une urbanisation plus dispersée.

Si l'on se penche plus attentivement sur les choix de localisation des entreprises et des particuliers plusieurs facteurs entrent en jeu outre la question de l'accessibilité. En ce qui concerne les entreprises les facteurs principaux sont : la disponibilité de main d'œuvre qualifiée, du capital et des réserves foncières, ainsi qu'une bonne accessibilité régionale et internationale. D'autres facteurs, jouent un rôle en favorisant l'attractivité de la région pour la main d'œuvre qualifiée ou pour les entreprises (ARE, 2013 : 3.2). De même, le choix de résidence de la population est déterminé par toute une série de facteurs, notamment : taille et structure d'âge du foyer ; taille, prix et type du logement ; l'environnement ; la fiscalité ; les écoles ; la présence de crèches ; l'image du quartier, etc. La question de l'accessibilité vis-à-vis du travail, des possibilités d'achat, des écoles est aussi importante (ARE, 2013 : 20). Une étude récente dans la région de Perth montre par exemple que l'attitude des individus, notamment en ce qui concerne le choix du domicile, joue un rôle plus déterminant pour expliquer l'évolution de la mobilité que la forme du développement urbain promue par les autorités (dans ce cas-ci *Transit oriented development*) (Olaru & al., 2011).

La multiplicité des facteurs influençant l'attractivité d'une région, outre son accessibilité, implique que les effets du développement du RER varieront certainement selon les régions. Il faut de fait prendre en compte les différentes conditions économiques, régionales et institutionnelles des différents corridors d'implantation du RER (Synergo, 2004 : 14). Par ailleurs, les résultats de l'étude de Meijers et al. aux Pays-Bas suggèrent que le développement d'une nouvelle infrastructure de transport liant le centre à la périphérie peut susciter des évolutions différentes parmi les différents secteurs industriels et parmi les différents groupes d'âge de la population (2012 : 197). Finalement, il est nécessaire de distinguer entre les différents niveaux : régional, intra-régional, local (Synergo, 2004).

Le cercle présenté ci-dessus est perçu comme un cercle vicieux. Le développement des nouvelles liaisons de transports entre ville et périphérie encourage l'étalement des agglomérations. « *Ce phénomène induit un accroissement de nombre mais aussi de la longueur des trajets pendulaires, provoquant une charge excessive de trafic sur la route et le rail, ainsi que des goulets d'étranglements. Pour éliminer, ces derniers, on construit de nouvelles infrastructures de transport, ce qui à son tour alimente le phénomène.* » (Matthey, 2012 : 40).

Plusieurs études ont cherché à évaluer concrètement les effets du développement des infrastructures de transport. Certaines se penchent plus particulièrement sur les effets sur les flux et d'autres sur les effets sur le territoire. Les résultats de ces études sont présentés successivement ci-dessous.

1.2. EFFETS SUR LES FLUX : CE QUI RESSORT DE LA LITTÉRATURE

1.2.1. Les transferts modaux

En Suisse, la croissance du nombre de voyageurs sur le réseau ferroviaire est très soutenue depuis une dizaine d'années. Cette croissance prend notamment des formes inédites, comme la pendularité de longue distance, et, plus généralement, elle apparaît comme étant dépendante à la fois de dispositions de la population à l'égard de l'offre mais aussi de la localisation de la croissance démographique et de sa force. Si le développement qu'a connu l'offre ferroviaire ces dernières années est conséquent, celle-ci ne se traduit pas mécaniquement en termes de demande : elle incite à certains déplacements plutôt que d'autres en fonction de sa configuration et de ses qualités (ou défauts) (Schuler et Kaufmann, 1996 ; Schuler et Kaufmann, 2005).

Selon Wegener et Fürst (1999), le temps de parcours et le coût ont un impact négatif sur la longueur des trajets et leur fréquence. Alors que l'accessibilité a un impact positif sur la longueur des trajets et la fréquence. C'est-à-dire que les localisations ayant une bonne accessibilité à plusieurs destinations tendent à produire des trajets plus longs et plus fréquents (1999 : ix).

Des travaux plus récents notent cependant que les usagers développent une sensibilité accrue au confort plutôt qu'à la minimisation du temps de déplacement (Kaufmann, 2000 ; Munafo et al., 2012). Le confort offert par les transports publics, dans les véhicules (places assises y compris aux heures de pointe, voitures climatisées, services à bord, ...) et dans les interfaces (aménagement, ergonomie, état, services en gare, ...) agit sur l'utilisation des temps de déplacement pour déployer des activités.

Plusieurs auteurs relèvent par ailleurs que la recherche de minimisation du temps de déplacement est en perte de vitesse (Vincent-Geslin, Kaufmann, 2012 ; Joly, 2005). Il est démontré par de nombreux travaux que l'aisance sensorielle, et plus généralement la capacité à habiter les espaces de la mobilité (les gares, les moyens de transports), est une condition sine qua none pour bien vivre des budgets-temps de déplacements importants.

1.2.2. Changements de destinations et changements de stratégie résidentielle

Depuis une dizaine d'années, de nombreuses enquêtes sur la mobilité mettent en relief que le nombre moyen de déplacements réalisés par personne et par jour et le budget-temps quotidien qui leur est alloué augmente en Europe (Joly, 2005 ; Joly, Littlejohn, Kaufmann, 2006), démentant ainsi la « conjecture de Zahavi » (Zahavi et Talvitie, 1979) sur laquelle était fondée de nombreuses modélisations dans le domaine de la socio-économie des transports. La « conjecture de Zahavi » considère que les distances de déplacements de la vie quotidienne sont une fonction de la vitesse à budget-temps constant. Vérifiée sur les agglomérations nord-américaines, européennes et japonaises, elle lie donc les flux à l'efficacité des systèmes de transport. Le mécanisme qu'elle met à jour est fondamental, car derrière la conjecture de Zahavi se cache l'idée que lorsqu'il est possible de se déplacer rapidement, les individus ont tendance à se déplacer plus loin. De la même manière, elle intègre l'idée très importante selon laquelle une offre de transports rapides incite les ménages à s'éloigner géographiquement de leur(s) lieu(x) de travail. Depuis une dizaine d'années en Suisse, non seulement le nombre de kilomètres parcourus dans la vie quotidienne ne cesse de croître, mais en plus, cette croissance est soutenue par une augmentation des budgets-temps consacrés par la population aux déplacements, augmentation qui a un effet multiplicateur sur les kilomètres parcourus.

La recherche nous apprend que l'allongement des budgets-temps de déplacements a été rendue possible par un changement dans le rapport que les personnes entretiennent avec les temps de déplacements : de temps mort, il a tendance à devenir un temps à part entière dans la vie quotidienne, un temps qui a ses qualités propres du moment qu'il est *appropriable*. En dernière analyse, l'appropriation des temps de déplacements, pour développer des micro-activités de toutes sortes est dès lors un des moteurs du changement dans le domaine de la mobilité.

Une étude de l'ARE note en outre que l'allongement des parcours en transports publics montre que l'accroissement de la vitesse permet de parcourir de plus grandes distances pour le même coût (temps et budgets). Cette tendance concerne particulièrement le rail étant donné que les améliorations possible du réseau routier sont minimales. La possibilité d'influencer la répartition territoriale des places de travail et de l'habitat ne peut pas transformer fondamentalement cette tendance, mais seulement la minimiser. Il s'agit pour selon cette étude donc avant tout de ne pas contribuer à renforcer ce processus en améliorant encore les infrastructures (ARE, 2013 : 78).

La transformation du rapport au temps de déplacements s'accompagne du développement de nouvelles formes de déplacements liant mobilité spatiale et virtuelle : la pendularité de longue distance ou la multirésidentialité (Vincent-Geslin et Kaufmann, 2012). Elles se singularisent par l'utilisation fréquente du train ou de l'avion et se caractérisent à la fois par une portée spatiale importante (Meissonnier, 2001). D'une manière générale, cette acceptation de temps de déplacements plus longs et l'éloignement du domicile qui l'accompagne est liée au développement des technologies de l'information et de la communication : les pendulaires de longue distance et les bi-résidents en sont de très grands consommateurs, qu'il s'agisse du travail durant les trajets en train ou des réseaux sociaux.

La multirésidentialité recouvre des situations très différentes. Parmi les couples de bi-actifs, elle est le résultat d'arbitrages familiaux lorsque les activités professionnelles des conjoints ne sont pas localisées dans la même agglomération. On assiste également depuis quelques années au développement de pratiques de double domicile avec les résidences secondaires habitées trois jours par semaine (Kaufmann, 2008).

La pendularité de longue distance consiste, lorsque le lieu de travail est situé à plus de 1h30 du domicile, à ne se déplacer sur son lieu de travail que deux ou trois jours par semaine et à travailler le reste du temps à son domicile. Cette pratique s'appuie largement sur les possibilités de travailler à distance procurées par la messagerie électronique.

En Suisse, la pendularité de longue distance s'est très fortement développée, au point que selon le recensement structurel de 2010, 9% de la population active travaille à plus de 50 km de son domicile.

1.2.3. Le renoncement à l'automobile

Depuis une dizaine d'années, le nombre de ménages sans voiture augmente tendanciellement en Suisse et les raisons en sont multiples. Elles concernent à la fois un changement générationnel dans le rapport à l'automobile, l'essor de modes de vie fondés sur l'utilisation d'autres moyens de transport que l'automobile, l'effet des politiques de transports dans les agglomérations urbaines, mais aussi l'évolution du pouvoir d'achat des ménages et le vieillissement de la population. Si la baisse de la motorisation ne peut pas être attribuée à une cause unique, elle n'en est pas moins assez directement reliée à la qualité de l'offre de transports publics. La tendance est repérable dans les villes-centre des cinq grandes agglomérations de Suisse : Zurich, Genève, Bâle, Berne et Lausanne. Elle modifie les

flux de mobilité dans la mesure où les ménages non motorisés ont des programmes d'activités aux destinations quotidiennes assez différentes que les ménages motorisés (Munafo et al., 2013).

Notons aussi que ce mouvement de démotorisation concerne également le renoncement à une deuxième voiture lors de son remplacement (Rocci, 2008). C'est en particulier le cas lorsque l'offre de transports en commun desservant le domicile est considérée comme étant de bonne qualité par les habitants.

1.2.4. Les effets de rebond

Un quatrième type d'effet mérite d'être mentionné : le rebond. En Suisse, cet effet a été documenté pour la première fois après la mise en service du S-Bahn Zurichois. L'introduction du S-Bahn a suscité un transfert modal très important de l'automobile vers les transports publics pour le motif travail. Mais les voitures restées au domicile ont été largement utilisées pour d'autres déplacements que ceux réalisés en voiture avant l'amélioration de l'offre, suite au transfert modal (S-Bahn Zurich – Nash et Sylvia, 2001). Nous avons alors assisté à un effet de rebond, avec un report modal de la marche et les transports publics vers l'automobile pour des déplacements d'achats et de loisirs en journée.

1.3. EFFETS SUR LE TERRITOIRE : CE QUI RESSORT DE LA LITTÉRATURE

La notion d'effets territoriaux contient plusieurs types d'effets. Il est possible par exemple de distinguer entre les effets sur la structure territoriale régionale, sur les potentiels de développement locaux ou encore sur les relations dans le territoire (ARE, 2004). Dans le cadre de cette étude, nous nous intéressons principalement à la question des effets sur la structure territoriale régionale et plus précisément à la question de l'extension ou de la densification du bâti.

Une grande partie de la littérature se penchant sur les trains régionaux avant les années 2000 se concentrent sur leur potentiel pour résoudre les problèmes liés au trafic motorisés (Mackett & Edwards, 1998). La question de l'impact de ce type de nouvelles infrastructures sur l'étalement urbain a fait l'objet de peu de recherches explicites avant les années 2000. Les recherches effectuées avant les années 2000 se penchent sur les questions d'impact économique (développement d'une région), de qualité de vie au centre, de plus-value foncière. La question de l'usage du sol est abordée aussi dans plusieurs études mais rarement en rapport à la problématique de l'étalement urbain.

Miller & al. (1998) ainsi que Wegener et Furst (1999) constataient par ailleurs que le peu d'études empiriques sur les effets territoriaux des nouvelles infrastructures de transport tendent à souffrir de problèmes méthodologiques. Dans la plupart des cas, il n'est pas possible étant donné le design de l'étude d'isoler les effets liés aux nouvelles infrastructures de ceux liés à d'autres facteurs.

Plusieurs rapports constatent de même que les évaluations ex-post des effets de nouvelles infrastructures sont rares et arrivent en partie à des conclusions contradictoires (Synergo, 2004 ; Hall and Marschall, 2004)¹. L'étude récente du BBSR (Schürmann & Spiekermann, 2011) constate qu'il est non seulement difficile d'attribuer de manière univoque un effet territorial à un projet d'infrastructure de transport, mais de plus il y a un manque de données de base précises et qui s'inscrivent dans le temps.

Ceci étant dit, les études existantes partagent plusieurs constats sur les effets spatiaux des infrastructures de transport que nous allons discuter ci-dessous.

1.3.1. Développement des transports publics et urbanisation

Un premier élément intéressant qui ressort de la littérature est la remise en question des effets structurant de l'accessibilité sur le développement territorial (Wegener, 1995 ; Offner, 1997 ; Cervero et Wu, 1998 ; Dabinett, 1998 ; Wegener and Fürst, 1999). Non seulement, la relation entre accessibilité et usage du sol est faible, mais d'autres facteurs que l'accessibilité influencent l'attractivité des communes et donc la localisation (Cervero et Wu, 1998). De ce fait, il semblerait que « tout est possible » en termes d'effets territoriaux des infrastructures de transport, cela dépend des conditions cadre (Sammer & al., 2003). Divers facteurs sont cités parmi ces conditions qui peuvent influencer l'effet du développement des transports publics : le contexte socio-économique, les tendances démographiques, le système de transport existant dans lequel les nouvelles infrastructures s'incèrent, la situation foncière (réserve et coût), les modes de vie, etc. (Schürmann & Spiekermann, 2011 ; Synergo, 2004 ; Sammer & al., 2003 ; Bailly and Pellegrino, 2000).

Le poids et l'importance de ces différents facteurs sont peu étudiés. Néanmoins, plusieurs auteurs s'accordent pour souligner l'importance de la dynamique économique (Hall and Marshall, 2002 ; Handy, 2005), à laquelle nous ajouterions la croissance démographique. Hall and Marshall (2002) constate de fait que les investissements dans les infrastructures ont un effet sur l'usage du sol surtout dans les contextes où l'économie est forte et où il y a une demande pour la propriété foncière (voir aussi Cervero, 1998 ; Walmsley and Perrett, 1992 : 127 ; Banister and Berechman, 2000). En l'absence de croissance économique, les nouvelles infrastructures ne suffiront pas à susciter du développement (Walmsley and Perrett, 1992 : 127 ; Dabinett, 1998 :172 ; Cervero, 1998).

Un deuxième facteur central sur lequel la littérature s'accorde et l'importance de l'intervention des autorités et des acteurs privés au moyen de politiques publiques, d'incitations ou d'investissements. Les acteurs politiques et économiques n'exploitent pas toujours, ni de la même manière, les avantages liés à la présence d'une desserte ferroviaire (Synergo, 2004 ; Bailly and Pellegrino, 2000 : 112).

¹ Hall et Marshall (2002) reviennent aussi sur les limites méthodologiques de la littérature existante et le fait qu'aucune étude à ce jour ne démontre vraiment l'influence de l'investissement dans un mode de transport sur l'usage du sol. Ces limites sont : le manque de données ; des indications contradictoires ; une difficulté à établir les liens de cause à effet, à mesurer l'impact et à tirer des conclusions générales.

Plusieurs études (Pill, 1988 ; Cervero and Landis, 1997) montrent l'importance de l'intervention en matière de planification.² Le développement autour des transports publics tend à fleurir lorsque les politiques publiques favorisent un développement orienté autour du transit et limite l'usage des voitures (Dabinett et al., 1999 ; Handy, 2005). Plusieurs types d'outils existent pour soutenir un développement orienté sur le transit : gestion des zones à bâtir, politiques foncières, taxes (Walmsley and Perrett, 1992 : 136 ; Banister and Berechman, 2000 : 280-282). Cervero (1984), Emerson (1990) et Knight (1980) ont aussi identifié la provision d'infrastructures publiques et les incitations financières comme étant importantes pour attirer le développement autour des gares. En l'absence de régime de planification favorisant un développement orienté sur le transit, peu d'effets sur le développement urbain ont été constatés (Walmsley and Perrett, 1992 : 126).

Un autre élément important est que les nouvelles infrastructures s'inscrivent dans un système existant, les effets induits sont liés à ce système. Ainsi, dans un contexte où une accessibilité forte est déjà présente, les améliorations dans les transports n'ont qu'un effet moindre sur la localisation.³ Si le développement du système de transport est déjà avancé, il faut donc un changement majeur (pont sur une rivière ou création d'une nouvelle route dans un contexte de bottleneck) pour qu'il y ait un effet significatif. Sans quoi, comme le souligne Wegener, même des améliorations conséquentes n'auront que peu d'effets sur la localisation (1995 : 159). Par ailleurs, l'étude de l'ARE (Synergo 2004) montre qu'après l'entrée en scène du RER tant le mitage du territoire que la densification se sont poursuivis. Les réseaux autoroutiers existants ont favorisé le mitage du territoire. Le RER, lié à la volonté des autorités de développer les zones près des gares, a certes facilité l'installation en périphérie, mais il a aussi contribué à un développement plus structuré et une densification du milieu bâti. L'étude de Erne (2007) suggère que dans le contexte zurichois les infrastructures autoroutières jouent un rôle bien plus déterminant dans la structuration du territoire que les transports publics.⁴

En conclusion, nous citons Handy (2005) pour qui les investissements dans les transports ne sont capables d'apporter des modifications dans l'usage du sol et la structure urbaine que si accompagnés de politiques publiques et dans le contexte d'une économie régionale en expansion. Ces effets, elle poursuit, ne sont pas accidentels ou automatiques. Les seuls effets substantiels sont ceux qui ont été planifiés (Handy, 2005 : 17). En cherchant à déterminer les effets du transit, il est difficile de les isoler d'autres facteurs influençant l'étendue et la localisation du développement dans une région.

² Cervero and Landis (1997) analysent l'influence de « *San Francisco Bay Area Rapid Transit (BART)* sur l'usage du sol dans les zones urbaines. Bien qu'ils aient trouvé des corrélations entre le développement de BART et la croissance de l'usage du sol, ils soulignent le rôle d'autres facteurs tels que les incitations en matière de zonage, les initiatives des citoyens et une économie locale florissante. Ils affirment qu'en l'absence de ces facteurs, BART aurait eu peu d'influence sur la localisation et la forme de la croissance. Le cas du métro de Toronto est similaire (Pill, 1988).

³ Wegener (1995 : 158) affirme que l'idée que l'investissement dans de nouvelles infrastructures de transport (en minimisant les coûts du transport) aurait un effet spatial, ne fonctionne que lorsque l'accessibilité est rare. Wegener suggère même que les petites différences en termes d'accessibilité sont souvent compensées par des avantages tels que moins de pollution, tranquillité et proximité de la nature, mais surtout par le prix du foncier et donc du logement (1995 : 159). La perte d'importance de l'accessibilité est aussi soulignée par Cervero et Wu (1998) et par une étude dans le contexte australien qui montre que les gens sont prêts à allonger leur trajet quotidien pour accéder à la propriété.

⁴ L'auteur souligne que bien souvent les infrastructures de transport tels que le RER ou le TRAM sont planifiées pour servir des zones où le développement est déjà présent, ce qui implique que leur effet territorial est moindre en comparaison des infrastructures routières (Erne, 2007).

1.3.2. Développement des transports publics et étalement urbain

Dans les années 2000, plusieurs études vont se pencher de manière plus explicite sur la relation entre développement de nouvelles infrastructures de transport et étalement urbain.⁵ Certaines de ces études souffrent cependant toujours de problèmes méthodologiques (Schürmann & Spiekermann, 2011) et se concentrent sur l'impact de la création d'une nouvelle ligne, plutôt que sur celui de l'amélioration de la vitesse d'un réseau déjà existant. Cependant, la question de l'impact d'un renforcement de l'accessibilité est au centre de cette littérature⁶. Les principaux constats issus de ces études sont discutés ci-dessous.

Le développement des transports publics et l'étalement urbain

La croissance de la périphérie s'explique différemment selon les contextes et aussi bien les transports publics (TP) que les transports individuels motorisés (TIM) y ont contribué. Dans le contexte anglais, par exemple, c'est avant tout le développement du système de transport public (rail + bus) qui a contribué à l'étalement urbain (Batty & al., 2003). Pour certain, la voiture n'a fait que prolonger l'effet du train.⁷ Les politiques de transports qui visent à augmenter l'attractivité des TP n'ont en général pas contribué à une réduction majeure de l'usage des TIM ; n'ont attiré que peu de développement autour des gares et ont contribué à renforcer le processus de suburbanisation de la population (Wegener et Fürst, 1999). Les récentes études empiriques qui cherchent à vérifier cet effet concluent toutes positivement. Les résultats de l'étude Transecon (Sammer & al., 2003) montrent que les projets de transport qui relient le centre-ville avec la périphérie ont augmenté l'accessibilité avant tout en périphérie et ont eu pour effet un flux de migration du centre vers la périphérie. Les taux de croissance de la population sont clairement plus hauts le long du nouveau corridor de TP dans le cas de Helsinki, Stuttgart et Zurich. De même, le projet SCATTER conclut que les investissements dans les TP génèrent de l'étalement s'ils atteignent la périphérie ou la campagne, s'ils fournissent une amélioration significative de l'accessibilité et, ce, que le réseau soit radial, ou radial et orbital. Par ailleurs, les nouvelles lignes radiales contribuent à un accroissement significatif de la longueur du trajet maison-travail et on constate une augmentation de l'usage des TP (Gayda & al., 2005 : 136). Finalement, une étude allemande récente (Schürmann & Spiekermann, 2011) constate dans quatre villes que, suite au développement d'infrastructures de transport (autoroute et train régional), la croissance de la population la plus forte a eu lieu là où les gains en temps de parcours étaient les plus élevés (Schürmann & Spiekermann, 2011).

⁵ Voir notamment Sammer & al., 2003 ; Synergo, 2004 ; Gayda & al., 2005 ; BBSR, 2011.

⁶ Une différence notable est peut-être qu'une simple modification de vitesse dans un réseau déjà bien développé aura probablement un moindre impact sur la transformation du réseau existant, et que l'impact se fera plutôt sentir aux extrémités de ce réseau.

⁷ Le rôle qu'a joué la création du rail pour démocratiser la migration en dehors des centres est souligné par plusieurs auteurs. Bruegmann souligne notamment que le rôle qu'a joué la voiture au 20^e siècle pour favoriser l'étalement urbain n'est qu'une prolongation du rôle joué par le train au 18^e. La ville de Los Angeles a atteint son statut de ville la plus dispersée du monde au 19^e, bien avant que l'impact entier de l'automobile ne se fasse sentir (Bruegmann, 2008).

Les effets ambigus des transports publics

Comme nous l'avons vu précédemment, il est cependant important de relativiser l'effet structurant du développement des transports publics. Premièrement, il faut considérer le rôle joué par d'autres facteurs. L'étude allemande récente (Schürmann & Spiekermann 2011) montre notamment que l'impact le plus fort était observé dans les villes marquées par une économie florissante. Par ailleurs, en ce qui concerne les transports publics, deux tendances sont observées. D'un côté, ils favoriseraient une concentration du bâti et de l'autre un étalement. Handy (2005) constate, sur la base de la littérature existante, que les transports publics peuvent influencer le développement de deux manières et avoir ainsi des effets contradictoires en matière d'étalement urbain. D'un côté, ils peuvent, en réduisant le coût du transport et en changeant les accessibilités relatives, encourager les résidents à vivre encore plus loin et favoriser ainsi le développement d'une région. De l'autre, ils peuvent, de par leur impact sur l'accessibilité, influencer la localisation du développement dans la région, en centrant le développement sur les corridors et près des gares (redistribution du développement) (2005 : 14-15). L'étude allemande (Schürmann & Spiekermann, 2011) constate de fait qu'aussi bien les investissements dans le rail que la route contribuent à un processus de périurbanisation. Le développement des infrastructures autoroutières contribue cependant à un plus grand étalement urbain aux niveaux régional et local, en favorisant un plus grand étalement au sein même des communes. Les développements liés aux projets ferroviaires se concentrent en partie près des gares, et, de ce fait, ne contribuent pas à augmenter de manière disproportionnée la zone du bâti (Schürmann & Spiekermann, 2011). Ce constat vaut selon certains aussi pour l'impact du RER dans le contexte Zurichois : « *Die Zersiedlung geschieht nicht, weil die Menschen gerne aus der Stadt rausziehen. Mehrheitlich müssen sie rausziehen. Die S-Bahn trägt selbstverständlich dazu bei, dass das Einzugsgebiet der Stadt grösser wird. Wenn wir aber auf die einzelnen Gemeinden zoomen, stellen wir fest: Die Besiedlung konzentriert sich um die S-Bahn-Haltepunkte. Es ist ein sehr wirksames Instrument, um eine geordnete und konzentrierte Nutzung des Raums zu ermöglichen.* »⁸. Plusieurs études suggèrent de fait que l'effet des trains régionaux (Light rail) sur le foncier favoriserait une densification, car une plus forte valeur du foncier tend à être associée à une plus forte densité (Cervero and Duncan, 2002 ; Knapp, et al., 2001). Cependant, les investissements dans les trains régionaux peuvent contribuer à augmenter la densité seulement avec les bonnes conditions cadre : croissance économique ; amélioration significative de l'accessibilité ; environnement adéquat et politiques publiques incitatives (Handy, 2005 : 18).

L'effet de report

Un dernier élément important est le fait que la plus forte croissance n'aura pas forcément lieu là où les gares existent. De nombreux autres facteurs vont influencer le choix résidentiel. Si les nouvelles infrastructures de transport favorisent l'accès à la périphérie, les avantages économiques de la vie en périphérie jouent un rôle plus déterminant dans la création de l'étalement urbain que les transports (Batty & al., 2002 : 14). L'étude allemande du BBSR (Schürmann & Spiekermann, 2011) montre clairement que les changements des structures des communes dans les régions observées ne sont pas liés à un seul facteur, mais à la combinaison de plusieurs facteurs. Les choix résidentiels impliquent une pesée d'intérêt entre « niveau d'accessibilité, changement de cette accessibilité, prix

⁸ Urs Weidman cité in srf.ch (<http://www.srf.ch/news/schweiz/man-muss-dort-investieren-wo-die-bahn-stark-ist>). Weidmann ist Professor an der ETH Zürich. Er leitet die Gruppe Verkehrssysteme des Instituts für Verkehrsplanung und Transportsysteme.

du foncier, qualité de l'environnement, distance aux centre ». L'étude de Schürmann et Spiekermann constate que la plus forte dynamique de croissance de la population et de construction de logement a lieu dans les zones périphériques des régions observées. Les facteurs qui expliquent cela sont : le coût du logement, la qualité environnementale. Dans le long terme la densification de ces communes, tend à contribuer à l'augmentation de la valeur du foncier, rendant ces communes peu attractives et poussant les gens à aller chercher encore plus loin (Schürmann & Spiekermann 2011 : 294). Ce constat rejoint les conclusions d'une étude dans le contexte zurichois qui montre que les gains en temps de parcours en TIM du centre de Zurich vers la périphérie favorisent l'urbanisation dans les zones périphériques et donc l'étalement urbain (Erne, 2007 : 79). Cet effet, selon l'auteur, est cependant aussi entravé par l'évolution des loyers dans ces zones qui a un effet négatif sur le choix de ces localités. Selon lui, ce résultat suggère qu'une partie importante du développement, en cas d'amélioration de l'accessibilité, se joue dans les périphéries plus éloignées, parce qu'elles ont le plus fort potentiel de croissance tout en offrant aussi un gain de temps de parcours.⁹

1.4 SYNTHÈSE

De cet état de l'art, nous retenons quelques éléments centraux pour l'analyse des effets spatiaux du projet de S-Bahn 2. Premièrement, la littérature indique que la modification des conditions des transports publics (horaire, distance – temps et coût) peut avoir des effets sur les flux de transports et sur le territoire, mais que celle-ci ne sont pas mécaniques. Les effets d'une modification de l'offre de transport sont fortement influencés par les conditions cadre du contexte dans lequel ces modifications ont lieu.

En ce qui concerne les effets sur les flux, la littérature récente met en évidence l'importance croissante du confort sur les pratiques modales dans l'utilisation du train. Parallèlement, elle montre également que la comparaison des temps de déplacements a tendanciellement moins d'importance que par le passé dans le choix d'utiliser un moyen de transport plutôt qu'un autre. L'impact croissant du confort est lié au fait que le temps de déplacement peut désormais être plus facilement utilisé que par le passé, grâce aux téléphones, tablettes et autres ordinateurs portables. Le confort attendu relève largement de questions d'ergonomie et en particulier de la possibilité de s'asseoir. Les services comme le wifi sont également importants. Lorsque le confort en train est assuré, cela permet un transfert modal de l'automobile vers le train, en particulier pour des déplacements de plus de 10 kilomètres. Les recherches montrent également que le confort a un effet sur les budgets-temps et la portée spatiale des déplacements : Lorsqu'une offre ferroviaire est confortable, il n'est pas rare que l'utilisateur accepte désormais de passer plus de temps quotidiennement à se déplacer et qu'il se déplace plus loin, en devenant pendulaire de longue distance par exemple.

Les effets sur le territoire tendent à être moins forts que ceux sur les flux, étant donné que l'usage du sol est médiatisé par la question de l'accessibilité et de l'attractivité d'une localité. En lien à la problématique de l'impact du développement des infrastructures de transport sur l'étalement urbain, trois enseignements centraux ayant des implications différentes, doivent être considérés :

- Premièrement, on constate que les investissements dans les infrastructures ont un effet sur l'usage du sol surtout dans les contextes où l'économie est forte et où il y a une forte pression sur le foncier, ce qui est le cas du Canton de Zurich. En lien à ceci, plusieurs études ont

⁹ Ces résultats sont basés sur des modélisations.

démontré que suite au développement d'infrastructures de transport reliant le centre à la périphérie, le taux de croissance de la population est le plus fort là où le gain d'accessibilité est le plus élevé.

- Ceci étant dit, et il s'agit ici du deuxième enseignement, les études montrent que dans un contexte où l'offre de transport est déjà fortement développée, offrant ainsi une accessibilité forte à l'ensemble de la région, les améliorations dans les transports n'ont qu'un effet moindre sur la localisation. Dans le cas de Zurich, ce constat mérite d'être fortement considéré étant donné qu'en parallèle au RER, le réseau routier est fortement développé favorisant une accessibilité forte à la majeure partie du territoire. Le projet S-Bahn 2 G n'aura de ce fait certainement que peu d'impact sur la structure du territoire, même s'il peut contribuer à une certaine redistribution de la croissance. Deux éléments supplémentaires tendent à soutenir cette hypothèse : (1) Le fait que le développement territorial dans le Canton de Zurich est fortement contraint par le Plan directeur cantonal qui détermine la localisation et le rythme de croissance des zones à bâtir. Point sur lequel nous reviendrons dans le chapitre suivant. (2) Le fait que les transports public, s'ils peuvent favoriser un étalement vers la périphérie, tendent néanmoins à favoriser un développement plus dense autour des gares.
- Finalement, un troisième enseignement à considérer est celui qui concerne les choix résidentiels de la population. Outre l'amélioration de l'accessibilité, le prix du foncier peut aussi fortement influencer les choix résidentiels. Deux des études citées dans notre état de l'art, suggèrent que les gains en accessibilité, en augmentant la valeur du foncier, poussent certaines catégories de la population à aller chercher encore plus loin des logements meilleur marché. En conséquent, les effets du S-Bahn 2 G risquent de se faire sentir de manière plus forte dans certains cantons voisins qui possèdent de plus grandes réserves de zones à bâtir à meilleur prix. Ces périphéries plus éloignées ont le plus fort potentiel de croissance tout en offrant suite au développement des transports aussi un gain de temps de parcours. Le cadre de cette étude ne permet cependant pas de vérifier cette hypothèse qui concerne les cantons voisins de Zurich.

2. MESURES ET OUTILS POUR LIMITER L'ÉTALEMENT URBAIN

Comme nous l'avons vu dans la première partie à propos des effets de l'amélioration de l'offre de transports publics sur les flux et sur le territoire, même l'amélioration de la desserte en TP peut contribuer au mitage urbain si elle ne s'accompagne pas d'un aménagement du territoire rigoureux. De nombreuses études européennes¹⁰ soulignent de fait l'importance d'une coordination renforcée des politiques d'urbanisation et de transport et se penchent sur le comment y parvenir. Étant donné que le Canton de Zurich fait figure de bon élève en la matière et ce depuis plus de 30 ans, nous ne nous pencherons pas sur toutes les bonnes pratiques en matière de coordination urbanisation - transport dans le contexte européen, mais sur ce qui peut être amélioré dans le contexte zurichois. Pour ce faire, un bref état des lieux des enjeux dans le contexte zurichois est préalablement nécessaire.

2.1. ETAT DES LIEUX DE LA COORDINATION URBANISATION-TRANSPORT DANS LE CONTEXTE ZURICHOIS

Zurich mène depuis une trentaine d'années des politiques visant à limiter le trafic individuel motorisé en développant l'offre de transports publics, en structurant l'urbanisation autour de cette offre et en limitant l'accessibilité automobile au centre-ville. Si les projets plus récents de la Glattal et de la Limattal sont prometteurs, le développement autour des gares a mis du temps à convaincre et s'est retrouvé confronté à de nombreux obstacles (lenteurs, évolution conjoncturelle, intérêts particuliers et politiques) (Synergo, 2004 : 11). Néanmoins ces politiques ont permis au Canton de contrôler le développement des différentes localités et de limiter en partie l'étalement malgré la forte pression sur le foncier. Cela se traduit notamment par une croissance moindre de la zone à bâtir, une densification croissante, une consommation annuelle des zones à bâtir qui a diminué de moitié depuis 1980, une stabilisation de la consommation du sol par habitant depuis 1990 (Amt für Verkehr 2005 : 54). Zurich n'a cependant pas échappé à la problématique de l'étalement urbain, surtout le long des axes de transport (Moser, 2007). De fait, si les politiques mises en place ont favorisé un retour vers la ville, cela n'a pas suffi à stopper la tendance « *Trends in Grüne* ». L'existence de réserves trop grandes en zones à bâtir ainsi que le développement du RER et des routes ont favorisé la poursuite de l'étalement urbain.

Ceci étant dit, l'amélioration prévue du RER ne devrait avoir qu'un faible impact dans le Canton de Zurich en matière d'étalement urbain. Tout d'abord, le Plan directeur zurichois en définissant les réserves de zones à bâtir limite fortement la marge de manœuvre des communes (qui se réduit à la parcelle) (Müller-Jentsch & Rühli, 2012 : 39).¹¹ La dernière révision du Plan directeur cantonal, en cours d'approbation, rectifie par ailleurs certains problèmes apparus dans les années 2000. Notamment, le fait que les réserves de zones urbanisables n'étaient pas toujours situées dans les zones les mieux desservies par les TP (Amt für Verkehr, 2005 : 54 ; Raumplanungsbericht, 2009).

¹⁰ Par exemple, TRANSLAND (Paulley and Pedler, 2000) ; TRANSPLUS (2003) ; PLUME (Clifford & al., 2005).

¹¹ A Zurich, comme dans les autres cantons fortement urbanisés, la gestion de l'urbanisation est un enjeu central de l'aménagement du territoire. Étant donné la pression forte qui s'exerce sur le foncier et les nombreux conflits d'usage, des instruments forts sont nécessaires.

Dans la version révisée du Plan directeur cantonal, non seulement le montant total des réserves de zones à bâtir a légèrement diminué, mais de plus elles ont été resituées dans les zones les mieux desservies par le RER pour renforcer la coordination urbanisation-transport.¹² Le RER étant perçu comme la colonne vertébrale du développement de l'urbanisation dans le Canton. Par ailleurs, la récente initiative « Kulturland », avalisée par le peuple, devrait, si elle est mise en œuvre conformément au sens de l'initiative, bloquer toute création de nouvelles zones à bâtir. Elle témoigne de la forte acceptation par la population de la limitation du milieu bâti.¹³

Dans ce contexte, le Canton se trouve confronté à une pénurie de zone à bâtir et l'enjeu est de ralentir encore plus la consommation des réserves de zones à bâtir en densifiant le milieu bâti et en réduisant la consommation de surface par habitants (Raumplanungsbericht, 2009)¹⁴. Cela est d'autant plus important que l'on constate dans le contexte suisse une tendance à une définition souvent trop généreuse des zones d'habitat. En 2009, le Canton constatait cependant que les gains en densité tendaient à couvrir uniquement l'augmentation de la consommation de surface par habitant. De fortes différences régionales en matière de densification sont par ailleurs constatées (Raumplanungsbericht 2009 : 18). Zurich ne serait de fait pas le canton le mieux classé en ce qui concerne la mobilisation du foncier et la densification vers l'intérieur (Müller-Jentsch & Rühli, 2012 : 39). Or, en l'absence de zones à bâtir disponibles ce sont des enjeux centraux.

Dans ce contexte, non seulement le terrain disponible manque, mais de plus son prix augmente ce qui peut inciter certaines catégories de la population à aller chercher plus loin. L'étalement urbain, concerne de fait de plus en plus les cantons voisins, qui parfois cherchent consciemment à attirer les zurichois (Standortmarketing). La politique des cantons voisins en matière d'usage du sol est de fait aussi perçue comme un problème pour l'aménagement du territoire dans le Canton de Zurich (Amt für Verkehr, 2005 : 53).¹⁵ Outre les politiques visant à attirer de nouveaux résidents, un autre enjeu est la localisation des installations fortement génératrices de trafic. Les objectifs de la politique zurichoise en la matière peuvent être contrariés par le développement de ces installations de l'autre côté de la frontière cantonale.

Cette rapide lecture du contexte zurichois met en avant le fait que l'impact d'une accélération du RER risque de se faire ressentir surtout dans les cantons voisins. Ceci étant dit, nous nous penchons dans la partie suivant sur les mesures envisageables dans le contexte zurichois pour accueillir la croissance tout en limitant son impact sur le territoire.

¹² Par ailleurs, le rythme du passage en zone à bâtir à l'intérieur de la zone urbanisée est réglementé (10 hectares par an).

¹³ <http://www.kulturlandinitiative.ch>

¹⁴ La Suisse est en tête des pays européens en matière d'occupation du sol par habitant (ETH-IRL, 2007).

¹⁵ Müller-Jentsch & Rühli (2010) soulignent que les cantons environnant Zurich ont une politique de promotion dans laquelle ils se profilent comme « canton pour l'habitat » (2010 : 81).

2.2. LES MESURES POSSIBLES EN REGARD DES BONNES PRATIQUES DANS LE CONTEXTE EUROPÉEN

Les évaluations des outils existants pour limiter l'impact de nouvelles infrastructures de transports publics sur l'étalement urbain sont rares.¹⁶ Nous avons dû élargir notre recherche aux études portant plus généralement sur les instruments de régulation de l'étalement urbain. Avant de passer aux enseignements de ces études, nous tenons à souligner les limites de la transférabilité des politiques publiques.

Tout d'abord, la « meilleure solution » dépend étroitement de ce que l'on cherche à atteindre en priorité. Différents types d'enjeux sont affectés par l'étalement urbain qui nécessitent différentes politiques publiques, notamment : l'environnement ; la consommation du sol ; la mobilité ; etc. Les politiques publiques mises en œuvre sont un élément parmi d'autres dans une stratégie de développement urbain. Hors de cette stratégie, elles peuvent perdre leur signification et leur efficacité. Par ailleurs, elles sont fortement ancrées dans un contexte institutionnel, politique et économique. Ce contexte détermine ce qui peut être fait ou non (Batty & al. 2003 : 39) La meilleure solution passe par ailleurs souvent par la combinaison de plusieurs mesures.¹⁷ Batty & al. (2003 : 8-9) soulignent l'importance d'avoir des politiques intégrées en matière notamment de transport, d'urbanisation (revitalisation ; mixité ; densification), mais aussi de fonciers ou de logement. Outre, la nécessité de combiner des mesures, il faut faire attention aux effets pervers de certaines politiques qui rendent nécessaires des mesures complémentaires dans d'autres secteurs. L'annexe II qui présente brièvement les résultats de l'étude SCATTER (Gayda & al., 2005) illustre ce point.

Le tableau dans l'annexe I, présente de manière synthétique les différents outils et mesures appliqués dans différents contextes européens mais aussi en Suisse. Il est important de noter ici que de nombreuses bonnes pratiques existent aussi dans les autres cantons, voire dans certaines communes zurichoises, qui mériteraient d'être généralisées à l'ensemble du canton, voire de la région métropolitaine zurichoise. Ce tableau complète l'analyse faite ci-dessous des enjeux existants dans différents secteurs de l'aménagement du territoire dans le Canton de Zurich. A noter que la discussion se centre sur ce qui peut encore être amélioré et non sur ce qui devrait être fait dans les cantons voisins.

¹⁶ Ce qui s'explique par le fait que le développement des transports publics est toujours perçu comme une solution pour gérer la pendularité et limiter l'étalement lié aux TIM. L'étude existante est celle du projet SCATTER (Gayda & al., 2005) qui repose sur des modélisations et non pas sur une évaluation ex-ante.

¹⁷ Une étude anglaise identifie par exemple plus de 80 mesures pouvant réduire l'usage des TIM, réparties dans les catégories suivantes : usage du sol ; création d'infrastructures ; attitude et comportement ; gestion des infrastructures ; information et prix ; mesures compensatoires (May and Still, 2000).

2.2.1. L'échelle d'action adéquate

Un premier enjeu est celui du report de l'étalement lié à l'accélération du RER sur les cantons voisins. Si, certains cantons voisins sont aussi relativement bien équipés de par leur plan directeur (St-Gall et Zoug) d'autres, qui ont connu une croissance démographique forte ces 10 dernières années, ne sont pas aussi bien armés pour diriger l'évolution des structures suburbaines (Argovie, Schwyz et Schaffhouse) (Müller-Jentsch & Rühli, 2012 : 41-42).¹⁸ Le Canton de Schaffhouse, un des moins bien noté, pouvait s'en sortir dans le passé étant donné une pression démographique relativement faible. Aujourd'hui avec l'amélioration des infrastructures, ce canton est tombé dans la zone de chalande de l'agglomération zurichoise, et devient un canton attractif en matière d'habitat. Des réformes du Plan directeur cantonal sont nécessaires pour canaliser la croissance à venir (2010 : 121). Par ailleurs, outre les limites des instruments à disposition, on constate parfois aussi une mise en œuvre déficiente (Müller-Jentsch & Rühli, 2010 : 127). Ce qui s'explique notamment par les intérêts particuliers (surtout dans les petits cantons et communes), le manque de transparence, le manque de contrôle et des sanctions faibles.

La poursuite de l'étalement urbain dans les cantons voisins, souligne la nécessité d'aborder cet enjeu à une échelle plus large pour éviter que le problème ne soit simplement déplacé.¹⁹ Or, le système gouvernemental suisse, très fortement tourné vers l'autonomie communale, a traditionnellement de la peine à maîtriser les grands projets englobant plusieurs communes ou cantons (ETH-IRL, 2006). L'importance d'élargir le champ d'action des instruments de planification existants (p. ex. plan sectoriel des transports ; plans directeurs cantonaux, politique d'agglomération) et de les intégrer horizontalement est relevée (2006 : 29). Un autre enjeu dans le contexte suisse est la fragmentation spatiale des politiques fiscales qui débouche sur une compétitivité entre communes afin d'attirer la (dans certains cas plutôt certaines catégories de la) population et l'emploi pour renforcer les revenus publics. Ce qui rend difficile la coordination en matière d'aménagement du territoire (ARE, 2013 : 18). L'importance d'un renforcement de la collaboration et de la planification supra-communale dans les zones fonctionnelles est soulevée (ARE, 2013 : 18). Si les projets de l'agglomération qui dépassent les frontières cantonales (ex. Limattal) vont dans la bonne direction, ils ne couvrent qu'une petite partie du territoire.

Au niveau européen, plusieurs études soulignent l'importance d'une approche régionale, voire métropolitaine de la coordination urbanisation - transport (Clifford & al., 2005 ; Gayda & al., 2005). Des bonnes pratiques en matière de coordination régionale sont relevées. Nous avons notamment le cas de Vienne et de son Planning Partnership EAST qui lie plusieurs états. Pour les cantons voisins de Zurich dont le Plan directeur n'a pas la même teneur, des exemples intéressants de planifications régionales sont les schémas régionaux contraignant comme dans les régions de Hanovre, Munich et Stuttgart, ainsi que la planification régionale de l'utilisation du sol (Rhin-Main). Ceci étant dit, le modèle zurichois peut aussi servir de modèle aux cantons voisins, l'important étant surtout d'avoir une politique régionale cohérente au niveau de la métropole zurichoise. De ce fait, les discussions en cours sur une coordination urbanisation - transport au niveau de la conférence métropolitaine

¹⁸ En dehors de Zurich, seulement Genève et Bâle cherchent non seulement à rediriger la croissance sur les centres mais aussi à réduire la croissance en périphérie. Dans le cas des Bâle, les communes hors du centre et des axes de développement ne peuvent passer que un hectare en nouvelle zone à bâtir dans le 10 prochaines années.

¹⁹ Nous avons ici un parallèle avec les études qui portent sur l'impact de l'outil qu'est la « ceinture verte ». En l'absence de politiques complémentaires, on ne fait que reporter le problème (cf. Annexe I).

zurichoise sont certainement un pas en avant. Cette conférence n'a cependant que peu de pouvoir et ne peut contraindre les Cantons.

De même, la révision de la Loi sur l'aménagement du territoire, notamment en ce qui concerne les Plans directeurs cantonaux, pourrait favoriser une cohérence des politiques cantonales. A ce propos, il est important de souligner que pour le Canton de Zurich, la révision de LAT n'aura que peu d'implications. Le Plan directeur zurichois étant plus stricte en matière de contrôle des zones à bâtir et la question de la coordination urbanisation-transport est déjà une ligne directrice claire de ce plan.

Pour certains cantons voisins, cette révision pourrait avoir plus d'implications, même si elle laisse toujours aux cantons une plus grande latitude dans la définition des réserves de zone à bâtir que ne le fait Zurich. De ce fait, malgré la révision de la LAT, la plupart des cantons voisins auront généralement plus de réserves en zone à bâtir que Zurich. Certains cantons ont cependant entamé une révision de leur plan directeur visant à contrôler plus strictement, voire à limiter fortement, la création de nouvelles zones à bâtir (Schaffhouse ; Zoug ; Argovie). Ceci étant dit, les cantons qui possèdent actuellement de larges réserves de zone à bâtir risquent de subir à court et à moyen terme de fortes pressions (Schaffhouse, Schwytz). Une fois le RER 2^e génération en vigueur, cela dépendra des réserves encore existantes et du cadre légal. De manière générale, en l'absence d'une gestion coordonnée au niveau « métropolitain » des réserves de zone à bâtir, le plus fort impact lié au RER 2^e génération risque d'avoir lieu à la périphérie du Canton de Zurich, là où les réserves sont les plus grandes.

2.2.2. Mesures favorisant un développement vers l'intérieur

Batty & al., (2005) distinguent deux types de mesures pour contrôler la consommation du sol et favoriser la densification des centres : 1) limitation du foncier disponible pour le développement ; 2) promotion ou imposition de la localisation du développement à certaines zones et avec certaines structures d'usage du sol et certaines normes en matière de densité.

Comme nous l'avons souligné plus haut, le Canton de Zurich fait figure de bon élève en matière de limitation du foncier disponible et de définition de la localisation du développement le long du RER. L'enjeu pour le Canton, étant donné les limites des zones à bâtir est donc l'augmentation de la densité et la réduction de la consommation de zone à bâtir par habitant. Sans quoi, la pression sur les cantons voisins sera encore plus forte.

Si le prix élevé du foncier tend à favoriser une utilisation maximale des surfaces disponibles, le Canton n'a cependant pas d'instruments légaux pour imposer une densité minimum aux propriétaires fonciers en zone à bâtir. On constate de fait que la consommation de zone à bâtir par habitant reste marquée par de fortes différences régionales. Il y a ainsi une diminution de cette consommation dans les régions de Glattal et Limattal, mais une augmentation à Winterthur, dans la région de l'Oberland Ost et Zimmerberg (Raumplanungsbericht, 2009 : 18). Dans le cas de Winterthur, notamment, ce sont les communes entourant la ville, majoritairement occupées par des zones de villas voire des petits immeubles, qui souhaitent continuer à attirer un certain type de contribuables. Une diminution de la densité (en habitants) se constate aussi dans les zones d'habitats plus anciennes où les bâtiments ne changent pas.²⁰ Elle s'explique surtout par des phénomènes sociaux tels que le départ des enfants,

²⁰ Une étude de la Banque cantonale zurichoise montre que alors qu'à Bern et à Basel, on constate une occupation plus dense des immeubles existants, à Zurich on constate une baisse de la densité (Ilg Peter, 2013).

les divorces, le deuil.²¹ Le fait d'être propriétaire semble par ailleurs renforcer l'immobilité des gens.²² De même, le standing des nouvelles constructions ne favorise pas toujours une densité de l'habitat plus forte. Les surfaces des appartements sont souvent très généreuses mais occupées par des personnes seules ou sans enfants (Scherr, 2013). Les résistances à la densification dans certains quartiers sont aussi un enjeu important. Le cadre légal, par ailleurs, ne favorise pas toujours une densification du milieu bâti existant.²³ L'importance de renforcer l'incitation des petits propriétaires²⁴ à construire est aussi remarquée. Ces propriétaires ne produisant à ce jour que peu de nouveaux logements (Ilg, 2013). Les mesures envisageables sont discutées en annexe.

Dans les cantons voisins, une mesure qui pourrait ralentir le processus de création de nouvelles zones à bâtir est la taxe sur le développement (Impact development fee). Cette taxe vise à limiter le coût pour les autorités de l'approvisionnement en infrastructures liées aux nouveaux développements, en faisant payer aux promoteurs la proportion des infrastructures générées par leurs développements. Dans le cadre du projet SCATTER, l'application de cette taxe pour les logements construits en dehors des zones urbaines, en parallèle à une réduction de la taxe pour les logements construits en zone urbaine, contribue à concentrer la population dans les zones urbaines (Gayda & al., 2005 : 31, Conférence européenne des ministres des transports, 2002).

2.2.3. Mesures sur le foncier et le logement

Comme nous l'avons vu auparavant, la consommation de surface par habitant tend à croître et est une des causes principales de l'étalement urbain. Cette consommation est liée à certaines évolutions sociétales, parmi lesquelles l'aspiration à la maison individuelle joue un rôle important. Les terrains en périphérie, souvent meilleurs marché et offrant un environnement adéquat, restent de fait très attractifs pour les familles. Une étude allemande s'est penchée sur certains outils visant à restreindre la consommation de m² notamment la taxe foncière, la suppression de l'aide à la propriété, l'insertion de conditionnalités pour l'aide à la construction au logement (localisation, densité, etc.). Le potentiel de ces différentes mesures est discuté en annexe I.²⁵

Outre la réduction de la consommation de m² par habitant, un enjeu central est de maintenir une offre de logements accessibles pour les différentes catégories de la population et répondant aux différents besoins. De fait, l'étude de Schuler et Kaufman (1996) a montré que les potentiels de vitesse offert par le RER, sont utilisés par une partie de la population aisée pour habiter dans des petites ou moyennes agglomérations entre 30 et 50 km de Zurich, tout en continuant à y travailler. On assiste à une forte hausse des prix du logement sous la pression des nouveaux pendulaires de longue distance. Les anciens centres villes se gentrifient et perdent leur mixité sociale (Huissoud et al., 1999). Les populations moins aisées se trouvent progressivement reléguées dans les franges des

²¹ Kanton Zurich in Zahlen 2013, Statistischen Amt des Kantons Zürich, Zürcher Kantonalbank.

²² Voir http://www.zh.ch/internet/justiz_inneres/statistik/de/aktuell/mitteilungen/2013/zhiz13_dichte.html

²³ Voir à ce propos, Kälin A., «Nicht allzu baufreudige Zürcher Hausbesitzer » in NZZ, 04.10.2013.

²⁴ Pour prendre le cas de la ville de Zurich, on constate que près de la moitié des appartements de la ville sont aux mains d'un propriétaire individuel ou d'une communauté d'héritiers.

²⁵ Une analyse des politiques du logement dans le Canton de Zurich serait nécessaire pour évaluer la pertinence de certaines de ces mesures.

centres secondaires où l'offre en TP est généralement moins bonne et rend l'usage de l'automobile indispensable.

Il ne s'agit donc pas uniquement d'assurer la densification, mais de contrôler ce qui se construit. Pour cela des politiques du logement actives sont indispensables, d'autant plus que la restriction des zones à bâtir implique généralement une hausse du prix du foncier importante. Le contrôle du foncier dans la commune, voire le contrôle d'un parc immobilier important sont des outils clé pour une politique du logement communale. Les villes de Zurich et de Winterthur ont des politiques explicites favorisant la création de logements accessibles. Pour les plus petites communes, qui n'ont pas les mêmes capacités, d'autres outils existent dans le cadre de l'aménagement du territoire (Beck & al., 2012 ; Fahrländer & al., 2012). Ceci étant dit, étant donné que cela dépend au final de la volonté des communes, une approche au niveau de l'agglomération peut être nécessaire.

Outre l'accessibilité des logements se trouvant sur le marché, la qualité de l'habitat dans les centres est aussi un élément central pour retenir certaines catégories de la population, notamment les familles.²⁶ L'amélioration de cette qualité de l'habitat dans les centres afin de répondre aux aspirations et budgets de toutes les catégories de la population est donc indispensable. Les besoins de certaines catégories de la population, notamment les personnes âgées, ont notamment été négligés dans les nouvelles constructions (Raumdaten GmbH, 2013).

2.2.4. Mesures en matière de mobilité

Comme nous l'avons vu dans le chapitre 1, si le développement du RER a joué un rôle clé pour rendre gérable la mobilité dans le Canton de Zurich, il a aussi favorisé l'allongement des distances parcourues par les usagers. Les futurs développements du RER visent de même à favoriser un report modal de la croissance à venir sur les transports publics, dans un contexte où le réseau routier est déjà surchargé. L'augmentation de la part modale du RER et la diminution de l'usage des transports individuels motorisés sont aussi indispensables pour atteindre une plus grande densité du bâti. Parsons & al. (1996) notent par ailleurs que les politiques de transport les plus efficaces pour combattre l'étalement urbain impliquent une coordination avec des politiques concernant l'usage du sol.²⁷ Dans le contexte zurichois, nous avons repéré trois types de mesures potentielles pour limiter les trajets de longue distance et optimiser l'usage du réseau routier : action sur le coût de la mobilité, sur le stationnement et sur le développement des mobilités douces.

²⁶ A Munster, en Allemagne, une étude montre qu'environ 70% des foyers ayant déménagé en périphérie auraient préféré rester dans le centre s'ils avaient trouvé un logement correspondant à leurs besoins, leurs préférences et leur budget (Gout, P. 2004). L'enquête menée par la ville de Zurich sur les raisons des déménagements hors de la ville, montrent que 28% des déménagements sont dus à l'absence d'appartement adéquats et abordables en ville (Stadtentwicklung Zurich, 2012).

²⁷ Parmi les facteurs favorisant une augmentation de la part modale des transports publics, l'auteur cite l'adéquation de l'offre en transports publics aux besoins ; un développement urbain centré sur un centre compact avec un nombre limité de centres régionaux ; une forte densité et une mixité d'affectation. L'impact de l'amélioration du RER dans les cantons voisins risque de varier en fonction de leur avancement en la matière.

Coût du transport

Le récent rapport de l'ARE note que fasse à la forte augmentation des charges prévues sur les réseaux routiers et ferroviaires des aires métropolitaines d'ici 2030, il est indispensable de « ne pas favoriser encore plus, par des hausses de la vitesse de transport, la tendance à effectuer les trajets en pendulaires sur de grandes distances » (2013 : 7). La croissance prévue des transports publics résulte de fait non seulement d'un volume de trafic en hausse, dû à la croissance démographique, mais aussi de la distance moyenne de déplacement, en nette augmentation (+ 12,5% prévu entre 2005 et 2030).

Si l'amélioration de l'offre contribue à augmenter les besoins en matière d'infrastructures de transport, le fort subventionnement de ces dernières contribue fortement à cette dynamique. Ce subventionnement est de fait remis en question, car il limite toute considération du coût du transport dans les choix résidentiels. Les critiques soulignent la nécessité de rapprocher le coût de la mobilité de son véritable coût, ce aussi bien pour les TIM que les TP.²⁸ Différentes mesures, regroupées sous l'appellation « mobility pricing » sont envisagées. Ces mesures visent non seulement à assurer le financement des infrastructures mais aussi à aiguiller le trafic. Elles consistent à différencier les tarifs selon la distance parcourue et l'horaire (Maggi et Geninazzi, 2011 : 129-133 ; Erath, 2007 ; Müller-Jentsch, 2013).

Plusieurs mesures sont envisageables en matière de « mobility pricing » comme nous le discutons dans l'annexe I. En ce qui concerne les TIM, les mesures suivantes existent : taxer l'usage de certaines routes, agir sur la taxe de propriété d'un véhicule ou sur le coût de l'essence. Un élément essentiel est cependant que pour pouvoir optimiser l'usage du réseau autoroutier, il est important d'appliquer des prix différenciés selon l'heure, voire la zone parcourue.

En ce qui concerne les transports publics, si une réduction du subventionnement pourrait contribuer à une réduction des pendulaires de longue distance, elle pose problème pour deux raisons. Premièrement, cela pourrait aller à l'encontre d'une politique qui vise à renforcer le choix des transports publics vis-à-vis des transports individuels motorisés. Il est donc essentiel que cela se fasse en parallèle à une augmentation du coût des transports individuels motorisés. Deuxièmement, cela peut prêter à tort les habitants des zones économiquement faibles et aller ainsi à l'encontre d'une politique d'aménagement du territoire qui vise à assurer une certaine équité. Une structuration des tarifs selon les zones, voire la fréquence de l'usage, et l'instauration de tarifs préférentiels pour certaines catégories de la populations apparaissent donc comme des mesures complémentaires nécessaires. L'impact de ces mesures est présenté en annexe I sur la base des études trouvées.

Politique de stationnement

En matière de stationnement, il faut tout d'abord noter quelques points forts des politiques en place dans le Canton. Nous avons tout d'abord une politique restrictive de la ville de Zurich en matière de stationnement freinant ainsi l'usage de la voiture au centre. Une option souhaitable serait de généraliser cette politique au niveau cantonal, ce qui n'est pas évident étant donné qu'il s'agit d'un

²⁸ Voir à ce propos la publication récente d'Avenir Suisse (Müller-Jentsch, 2013) qui décrit les trois fautes structurelles de la politique des transports : subventionnement massif ; manque de différenciation des prix ; politisation des décisions en matière d'investissement fortement liée à l'idée que chaque région doit avoir sa part.

domaine de compétence communale.²⁹ Il apparaît en tout cas important d'organiser la politique de stationnement de manière cohérente le long du RER voire de la métropole de manière à a) assurer une utilisation plus systématique des transports publics et b) éviter que le développement de l'urbanisation ne se rabatte sur des zones non soumises à restrictions (en termes de prescription ou de prix) (Synergo, 2004 : 15).

Dans le cadre de l'accélération du RER, la disponibilité des places de parc et leur coût près de gares du RER peut fortement influencer le comportement des usagers. Les pendulaires possédant aussi des automobiles, la pendularité tangentielle à partir des axes du RER est favorisée par le système Park & Ride (Maggi & Geninazzi, 2011 : 55). Ceci étant dit, le Canton de Zurich a déjà une politique restrictive en ce qui concerne le Park & Ride. Ces installations existent là où il n'y a pas de ligne de bus. Une politique encore plus restrictive pourrait avoir des effets ambigus. Une mauvaise interface (par exemple coût du parking élevé) peut aussi bien limiter l'incitation à utiliser les TP que limiter les incitations à vivre plus loin des axes du RER.

La construction de quartiers sans voiture favorise un report modal sur les transports publics et permet une plus grande densité du bâti. Cette mesure pourrait idéalement être reprise de manière systématique lorsque de nouveaux quartiers émergent.

Favoriser les mobilités douces

La promotion du vélo comme moyen de transport est un élément important de la politique actuelle du Canton de Zurich en matière de transport. De fait, le vélo a un fort potentiel pour les trajets de courtes distances (en dessous de 5 km), et aussi pour des trajets de moyenne distance. Au niveau du Canton, on estime que environ 55% des trajets en voiture impliquent des distances de 5 km ou moins (velo : consult, 2009). Il est important de renforcer l'attractivité, la sécurité, le confort des pistes cyclables pour renforcer leur usage. Le récent programme du Canton pour promouvoir l'usage du vélo devrait y contribuer.

2.3. LES ENJEUX DE LA MOBILITÉ DANS LE CONTEXTE ZURICHOIS

L'évolution démographique est une variable essentielle aussi bien en ce qui concerne l'évolution du trafic que celle du milieu bâti. Selon l'ARE, en ce qui concerne la métropole zurichoise, la concentration de la population dans l'aire métropolitaine va continuer à s'accroître renforçant la pression sur le sol (ARE, 2013). La structure territoriale de l'habitat et de l'emploi ne va pas subir de modifications profondes d'ici 2030.³⁰ Au contraire, les disparités géographiques entre l'habitat et le lieu de travail vont nettement s'accroître d'ici 2030. La croissance de l'emploi ne sera pas concentrée dans les mêmes lieux que celle de la population, mais plutôt dans des centres spécifiques au sein des aires métropolitaines.

²⁹ Le programme des agglomérations 2^e génération du Canton de Zurich perçoit de fait l'harmonisation des politiques communales et le renforcement de leur aspect restrictif comme une des stratégies en matière de transport (Kanton Zurich, 2012 : 15).

³⁰ En d'autres termes, les communes résidentielles tendent à le rester et les communes centralisant les emplois aussi. Les communes renforcent donc leur rôle. De même, les centres d'emplois principaux consolident ce rôle et les centres d'emplois secondaires gagnent en importance (ARE 2013 : 67).

Une autre étude qui se penche sur l'évolution enregistrée de la pendularité entre 1990 et 2000 (Scherer & al., 2010) fait apparaître que ce sont surtout les flux de pendulaires entre les communes suburbaines qui se sont beaucoup accrus. Les flux de pendulaires des zones rurales vers les centres suburbains ont aussi considérablement grossi. La raison principale de la forte croissance du trafic ces dernières années n'est pas le déplacement professionnel, mais les déplacements de loisirs et d'achats. Les auteurs mettent par ailleurs en évidence que l'éloignement croissant du domicile et du lieu de travail est favorisé par le fait que l'accessibilité n'est plus aujourd'hui un facteur décisif. Grâce aux dimensions réduites de la Suisse et à la qualité de l'offre de transport, le trafic pendulaire n'est plus perçu comme un problème et passe de plus en plus à l'arrière-plan des critères de décision, après les conditions familiales, les prix de l'immobilier et les préférences personnelles. Le phénomène finit même par s'autoalimenter : plus les gens font la navette, plus l'offre de transport s'améliore, et plus ils sont incités à le faire (Scherer & al., 2010).

L'espace métropolitain zurichois se développe donc en un espace polycentrique, ce qui implique un accroissement de la pendularité. Le transport tangentiel entre les centres d'activités secondaires apparaît comme un nouveau défi selon l'ARE (2013). Ce qui est confirmé par l'analyse de Moser (2007) qui constate une évolution de la configuration territoriale zurichoise de : « *im Zentrum Konzentrierte Beschäftigung, radiales Pendeln* » vers « *dezentralisierte Beschäftigung, diffuses Pendeln* » (2007 :138). Dans ce contexte, entre 1970 et 2000, les distances parcourues par les pendulaires ont augmenté (x 2,5) mais les temps de parcours sont eux restés stables (1970 : 26 minutes / 2000 : 28 minutes). Ce qui est dû à l'augmentation de la vitesse (de 9km/h en 1970 à 22km/h en 2000). Cet accroissement de la vitesse peut être lié soit à un changement de modalité ou soit à un accroissement de la vitesse d'un mode de transport particulier. Dans le cas du Canton de Zurich, on constate un remplacement des modes doux (piétons et vélo) par la voiture.³¹ La part des transports publics restant relativement constante. L'analyse montre par ailleurs que la part modale se maintient le long des radiales, mais que la part de l'auto croît fortement dans le reste du réseau. Selon l'auteur à moins d'une augmentation du coût des transports ou d'un accroissement de la densité dans les centres, cette tendance va s'accroître. A long terme, les effets de cette évolution de la pendularité vont se faire ressentir soit sur le temps de parcours soit déboucher sur une remise en question de la structure du territoire dans le sens d'un rapprochement habitat / emploi (Moser, 2007).

Pour l'ARE, si l'excellente desserte régionale de la métropole zurichoise peut être utilisée pour contribuer à un développement concentré du milieu bâti, le défi est d'améliorer la desserte en zone urbaine et suburbaine plutôt que d'étaler encore plus le RER. Il y a un besoin de coordination et de renforcement du réseau combinant les différents modes de transport. Un système de transport public de qualité lié à une politique de l'habitat adéquate peut renforcer l'attractivité des zones suburbaines bien desservies comme lieu de travail et de vie, contribuant ainsi éventuellement à raccourcir les distances des pendulaires ou, du moins, à les gérer efficacement (2013 : 67). L'amélioration de la desserte en transports publics sur les tangentes apparaît comme indispensable au développement de quartiers très denses et sans voiture (ARE, 2013 : 72). Ceci étant dit, le développement de ces infrastructures a un coût que le fonds prévu dans le programme des agglomérations ne suffira pas à couvrir. Une option qui n'existe pas dans le contexte zurichois est la possibilité de prélever la plus-value pour financer le développement de ces infrastructures.

³¹ Le même constat est fait par Schwanen et al., (2001) dans le contexte néerlandais. Ils constatent que la décentralisation du territoire urbain conduit à un accroissement de l'usage de l'automobile et une réduction de l'usage des TP et des modes doux. Cependant les effets sur la pendularité de la suburbanisation des emplois et de l'habitat varient d'une région à l'autre, ce qui s'explique par les politiques spatiales mises en œuvre.

Maggi et Geninazzi (2010) estiment cependant que l'amélioration continue de la mobilité ne fera que renforcer la tendance à la séparation des lieux d'habitat et de travail. La qualité de la mobilité et son coût faisant partie intégrante du processus qui conduit à cette séparation. Plus on offrira de mobilité bon marché et efficace, plus cette tendance va augmenter (2010 : 48-57). Selon les auteurs, une amélioration des transports publics peut certes favoriser un changement de choix modal, mais elle contribue en même temps à augmenter la mobilité d'ensemble au niveau de l'agglomération. Pour les auteurs, « *Es ist nicht zu verkennen, dass bessere, dichtere, aus den Stadtkernen führende und billige Verkehrsmöglichkeiten die Mobilität fördern und die Trennung zwischen Wohn- und Arbeitsort verstärken* » (2010 : 53). Les auteurs parlent d'un « étalement urbain subventionné ».

3. EVALUATION DE L'IMPACT PROBABLE DU PROJET 2G SUR LE DÉVELOPPEMENT TERRITORIAL DU CANTON DE ZURICH

La première partie de ce rapport a permis d'identifier à travers une revue de la littérature internationale les principaux effets d'une amélioration de l'offre de transports publics sur les flux et les territoires. La deuxième partie a permis un tour d'horizon des « bonnes pratiques » en matière de dispositifs d'articulation entre les politiques de transports et de développement urbains en se centrant sur les enjeux pour Zurich. Nous allons maintenant modéliser les impacts du projet 2G sur la croissance de la population dans le Canton de Zurich.

3.1. OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE

3.1.1. Buts

Les buts de la modélisation sont les suivants :

- Il s'agit tout d'abord de tester, pour le cas de Zurich, la réalité statistique d'une relation entre l'évolution de l'offre de transports et l'augmentation de la population ou de sa densité.
- Si la réponse à cette première question est positive, il s'agit d'évaluer la pertinence et la faisabilité de la mise en place d'un modèle prédictif permettant de prévoir la population future en fonction de différents scénarios de développement de l'infrastructure et de la superstructure de transports.
- Enfin, il s'agira, si possible, d'appliquer ce modèle prédictif aux différents scénarios prévus pour 2030, afin d'en discerner les impacts territoriaux et les différences d'impact entre les différentes variantes testées.

3.1.2. Hypothèses de travail

L'hypothèse de base qui sous-tend ce travail est qu'une meilleure accessibilité en un lieu donné est désirable et qu'elle se traduit par une plus forte croissance de sa population. Selon cette hypothèse, appuyée par la littérature existante, nous avons pu le voir, toutes choses étant égales par ailleurs, plus un lieu est accessible, plus il sera peuplé.

Dans le cadre de ce travail, l'accessibilité est mesurée comme étant le temps de parcours en direction d'un point donné, en l'occurrence le centre de la Ville de Zurich : sa gare centrale (Zürich HB). Ce choix est motivé entre autres par la simplification qu'il entraîne en termes de traitement des données. Il est à noter qu'en théorie il aurait été possible de déterminer une forme d'accessibilité plus générale – soit une accessibilité globale d'un lieu, en fonction de sa relation à tous les autres, soit en fonction d'un potentiel ou d'un niveau de confort, mais que ces pistes demandaient un travail statistique substantiellement plus élevé et n'entrant pas dans le cadre de ce mandat. Par ailleurs, la gare centrale de Zurich constitue toujours le cœur névralgique de l'agglomération zurichoise et de son réseau de transport – dès lors, l'accessibilité à ce point constitue une bonne approximation de l'accessibilité à l'ensemble de l'agglomération. Dans le même ordre d'idées, le champ géographique de l'étude est restreint au Canton de Zurich, afin d'assurer un respect suffisant du caractère monopolaire du territoire examiné. Il est à noter que ces temps de parcours seront mesurés aussi bien

en transports publics qu'en transports individuels motorisés, l'hypothèse sous-jacente étant que l'accessibilité d'un lieu peut être approchée par une combinaison entre les temps de parcours selon les deux modes de transports. Dans le même ordre d'idées, les variables utilisées pour l'étude seront envisagées tant sous leur aspect « état à un moment donné » que sous leur aspect évolutif. En résumé, l'ensemble des investigations menées aura pour but de mesurer le degré d'association entre (1) la population et sa croissance et (2) les temps de parcours en transports publics et individuels motorisés, ainsi que leur évolution dans le temps.

3.1.3. Méthodes statistiques

Les méthodes d'investigation utilisées pour réaliser ce travail sont les suivantes :

- Dans un premier temps, une étude des corrélations entre les différentes variables sera menée ;
- Dans un second temps, une modélisation des effets de la mise en place du projet 2G sera mise en place, si les données le permettent et si elles indiquent effectivement un effet mesurable d'une telle mise en place.

La modélisation utilisée sera celle de la régression multiple : par ce biais, on cherche à exprimer une variable dépendante donnée (dans notre cas, une variable liée à la population) comme une combinaison linéaire d'une ou plusieurs variables indépendantes (dans notre cas, les variables liées aux temps de parcours). L'équation peut alors s'exprimer ainsi :

$$V = a + bX + cY + dZ + \dots$$

Où :

- V est la variable dépendante ;
- a,b,c,... sont des paramètres numériques à déterminer par le modèle ;
- X, Y, Z, ... sont les variables indépendantes.

Le modèle peut accepter autant de variables que possible – dans la pratique, toutefois, il arrive un moment dans le développement du modèle où les variables ajoutées ne permettent plus une réelle amélioration de la qualité de représentation du modèle. Plusieurs méthodes permettent l'ajustement du modèle, consistant à retirer les variables indépendantes n'amenant rien à la qualité du modèle, tout en conservant les variables indépendantes qui ajoutent à la qualité de représentation. La méthode ici utilisée, communément appelée « Enter », entre toutes les variables à disposition dans le modèle, mais ne conserve que celles qui sont suffisamment significatives dans la construction du modèle – le niveau de signification étant choisi par l'auteur de l'étude.

La qualité générale de représentation se mesure de manière analogue à celle de la mesure de la corrélation entre deux variables, à l'aide d'un indice de corrélation multiple.

3.1.4. Données à disposition

Afin de mener à bien une telle étude, de nombreuses données sont nécessaires. Il s'agit d'une part de données ayant trait aux situations passées et actuelle, sur lesquelles des modèles prédictifs peuvent être construits, et d'autre part de données concernant la situation future, permettant de faire fonctionner le modèle et d'aboutir à une batterie de prédictions.

Les données utilisées dans le cadre de ce mandat sont donc les suivantes (entre parenthèses : source des données), en ce qui concerne les données observées :

- Population totale par commune, 1941-1950-1960-1970-1980-1990-2000-2011 (OFS-Recensements de la population).
- Surface totale par commune (état 2011 ; jugé invariant sur la durée, ce qui est essentiellement vrai) (OFS-Statistique de la superficie).
- Temps de parcours en transports publics entre les communes de Suisse, 1950-1960-1970-1980-1990-2000 (ETHZ-IVT).
- Temps de parcours en transport individuel motorisé entre les communes de Suisse, 1950-1960-1970-1980-1990-2000 (ETHZ-IVT).
- Temps de parcours en transports publics entre les communes de Suisse, 2000-2011 (ARE).
- Temps de parcours en transport individuel motorisé entre les communes de Suisse, avec ou sans prise en compte des encombrements, 2000-2011 (ARE).

Pour la situation 2030, les données suivantes sont utilisées :

- Temps de parcours en transports publics entre les communes de Suisse, prévisions 2030 (ARE).
- Temps de parcours en transport individuel motorisé entre les communes de Suisse, avec ou sans prise en compte des encombrements, prévision 2030 (ARE).
- Différentiel des temps de parcours en transports publics entre la prévision 2030 ARE et le projet 2G (ZVV), pour toutes les gares ferroviaires desservies du Canton de Zurich.
- Différentiel des fréquences de desserte entre la prévision 2030 ARE et le projet 2G (ZVV), pour toutes les gares ferroviaires desservies du Canton de Zurich.

Afin de pouvoir être utilisées dans le cadre de nos investigations, certaines données ont dû être retravaillées :

- Données fournies par ZVV : passage du fichier des gares au fichier des communes. Les communes ne possédant pas de gare sont rattachées à la gare de rabattement la plus proche/probable, et le différentiel de cette gare leur est appliqué. Lorsqu'une commune compte plus d'une gare, c'est la gare la mieux desservie qui sert de référence.
- Les temps de parcours du projet 2G sont construits en additionnant/soustrayant les différentiels fournis à la version de base 2030 livrée par l'ARE.
- La prise en compte des fréquences se fait de la manière suivante : la fréquence indique un temps moyen entre deux dessertes ; le temps d'attente lié à la fréquence est estimé à la moitié de ce temps moyen entre deux convois. Par exemple, pour une fréquence de desserte de 6 convois par heure, le temps moyen entre deux convois est de 10 minutes, donc le temps moyen d'attente de 5 minutes.

A noter encore que les bases IVT (1950-2000) et ARE (2000-2030) divergent assez nettement ; les évolutions ne sont donc jamais calculées transversalement : l'évolution 1990-2000 est ainsi calculée exclusivement sur les données de l'IVT, l'évolution 2000-2011 sur celles de l'ARE.

3.2. ANALYSES PRÉLIMINAIRES

Pour être en mesure de réaliser les modèles de projection proprement dits, des analyses statistiques préliminaires ont été nécessaires. Elles sont présentées dans cette section. Compte tenu des corrélations entre les variables, ces analyses préliminaires débouchent sur le constat qu'il est possible d'établir des modèles prédictifs concernant l'évolution de la population en fonction de données liées à l'offre de transports d'une part, et le cas échéant, si cette modélisation était affectée par les modifications d'offre en transports publics engendrées par le projet 2G.

3.2.1. Etude des relations entre les variables d'état

Par variables d'état, on désigne ici toutes les variables qui rendent compte d'un phénomène à un moment donné, par opposition aux variables d'évolution, qui rendent compte de l'évolution d'un phénomène.

Les variables d'état utilisées ici sont les suivantes :

- Densité de population, 1950-2011
- Temps de parcours en transport individuel motorisé (TIM), 1950-2011
- Temps de parcours en transport public (TP), 1950-2011

Les résultats de ces premières études liminaires montrent de très fortes corrélations temporelles pour les trois variables. En d'autres termes, elles sont autocorrélées dans le temps : la situation en un moment donné est très proche de la situation précédente, et la situation suivante ne peut s'en écarter fortement non plus.

Cette autocorrélation temporelle exprime la très grande inertie du résultat des processus territoriaux : le territoire bouge, mais lentement. A l'échelle de la décennie, les variations enregistrées se font à la marge.

Cette remarque étant faite, quelques constatations supplémentaires peuvent être faites, notamment en ce qui concerne les variations dans le temps de l'autocorrélation. Cette démarche permet de mettre en évidence les faits suivants :

- La répartition de la densité de population montre une très forte cohérence d'une part entre les recensements de 1941 à 1960, puis un second groupe, nettement détaché du premier, pour les recensements de 1970 à 2010. Ceci exprime à notre sens un changement dans le régime de croissance du Canton : basé sur la croissance urbaine et suburbaine avant tout entre 1940 et 1960, puis sur un modèle de déconcentration et de périurbanisation avec décroissance du centre urbain dès 1970.
- Les temps de parcours en transport individuel motorisé montrent trois groupes : un groupe 1950-1970, puis 1980-2000 et enfin 2000-2010. L'existence de ces groupes montre des changements structurels dans l'accessibilité du centre-ville de Zurich en voiture : une période pré-autoroutière, puis des périodes de mise en place progressive de ces dernières. Le détachement de la période 2000-2010 est probablement due au fait que les données changent de nature entre celles de l'IVT et celles de l'ARE.
- Les temps de parcours en transports publics montrent une plus grande permanence des structures territoriales qui en découlent, qui expriment la permanence du réseau de transports publics du Canton depuis 1950, nonobstant quelques ouvertures de lignes et de segments : leur

effet sur la structure des temps de parcours vers le centre est restée bien moindre que celles du réseau routier. Là aussi, la différence entre 1950-2000 et 2000-2010 est probablement due à la différence entre les données IVT et ARE.

Concernant les relations entre les variables de façon synchronique. Dans ce domaine, les observations principales sont les suivantes :

- La corrélation entre densité et temps de parcours en transports publics est faible jusqu'en 1960, puis elle tend à se renforcer progressivement.
- La corrélation entre densité et transport individuel motorisé, inexistante jusqu'en 1960, tend à apparaître, puis à augmenter depuis 1960.
- La corrélation entre densité et transports publics est systématiquement plus forte qu'entre densité et temps de parcours.

Il existe un lien plus fort entre la densité et les temps de parcours en TP qu'en TIM, et ce lien semble se renforcer : les TP semblent donc discriminer le territoire plus que les TIM. Toutefois, il est nettement possible que cette discrimination se produise dans l'autre sens : plus de densité poussent les collectivités publiques à investir plus dans les transports publics. A cette aune, la force de la relation entre densité et temps de parcours en transports publics illustre peut-être avant tout la permanence, l'inertie territoriale de l'une comme de l'autre, et leur forte imbrication : les transports publics se sont constitués il y a plus d'un siècle, et ont contribué à la densification urbaine, alors que le développement du réseau routier est nettement plus récent. En ce qui concerne ces dernières, c'est un peu comme si les conditions d'accessibilité étaient considérées comme à peu près égales quelque soit le point de départ – elles discriminent moins le territoire.

L'introduction de décalages temporels, afin de mettre à jour d'éventuelles relations causales entre les variables, donne les résultats suivants :

- Il existe un pic de corrélation entre le temps de parcours en TP en un temps donné et la densité dix ans plus tard.
- En revanche, le pic de corrélation entre temps de parcours en TIM et la densité est contemporain : on ne trouve pas de tel décalage temporel.

Le décalage constaté dans la relation densité-temps de parcours TP semble indiquer une adaptation du territoire aux conditions de transport en commun : on pourrait dire qu'il semble que le territoire réponde aux conditions de parcours en transports publics. Un tel effet n'est pas constaté dans la relation entre densité et temps de parcours en TIM.

3.2.2. Etude des relations entre les variables d'évolution

Les mêmes analyses que pour les variables d'états ont été menées sur les données d'évolution. Les résultats en sont les suivants :

Contrairement aux variables d'état, les variables d'évolution ne sont que très peu autocorrélées temporellement entre elles, aussi bien pour ce qui concerne la densité que les temps de parcours en TP et en TIM. Cela signifie que d'une décennie à l'autre, les configurations d'évolution peuvent changer du tout au tout : l'évolution des conditions d'une décennie à l'autre ne dépend que peu de la situation précédente, contrairement au résultat (variables d'état). Statistiquement, cela signifie que les

différentes variables sont libres de dépendances entre elles. Par suite, cela signifie également que ces variables sont indépendantes les unes des autres.

Plus généralement, cette indépendance confirme que si le résultat d'une évolution se rapproche des situations directement antérieures et postérieures, ces évolutions elles-mêmes sont libres de se déployer différemment d'une période à l'autre.

Au-delà de cette observation générale, nous constatons les autocorrélations suivantes des variables d'évolution :

- L'évolution de la densité montre clairement un régime de croissance unique de 1950 à 1970, puis des régimes différenciés depuis 1970 jusqu'en 2000.
- Le régime d'évolution de 2000-2010 montre un retour aux configurations territoriales de la période 1940-1970.

L'évolution de la densité montre donc un régime de croissance urbain-suburbain entre 1940 et 1970, un régime suburbain-périurbain entre 1970 et 2000, avec des grosses variations, et un retour au régime urbain-suburbain dès 2000. Par ailleurs, l'évolution de la densité de population indique certaines corrélations intéressantes avec d'autres évolutions : l'évolution de la densité se corrèle avant tout avec deux autres variables : le temps de parcours en TP d'une part, la différence des temps de parcours TP-TIM d'autre part. Dans le premier cas, notons que la corrélation est notable d'une part entre 1950 et 1970, et de nouveau pour 2010. La densité 2010 semble d'ailleurs se corréler plus fortement encore avec les temps de parcours de 1990 et 2000, introduisant par ce biais un décalage temporel d'une quinzaine d'années entre mise en place d'une accessibilité donnée et réaction sur le plan de la densité. Nous pouvons déduire de l'analyse des relations entre les variables d'évolutions que l'évolution de la densité est statistiquement associée en 2010, au temps de parcours en TP, ce qui n'était pas le cas auparavant.

3.3. MODÉLISATION

3.3.1. Faisabilité

L'examen des corrélations entre les variables a montré que sur la période 2000-2011, d'importantes corrélations apparaissent entre les variables représentant la population d'une part, et celles concernant les temps de parcours vers la gare centrale de Zurich d'autre part. Nous pouvons en déduire que la modélisation des variables de population par des variables concernant les temps de parcours est possible. Il reste ensuite à confirmer ou non le fait que le ou les modèles mis en place par la méthode décrite ci-dessous soit effectivement influencé par le projet 2G. Les régressions multiples, dont la méthode a été présentée en amont, sont donc utilisables pour réaliser les projections.

Dans le cadre de ce travail, deux modèles indépendants l'un de l'autre ont été mis en place. La raison de ce double travail est de s'assurer de la robustesse des solutions éventuellement trouvées : si les deux modèles convergent dans leur description du futur, cela donne une indication de la solidité des hypothèses de base.

3.3.2. Présentation du modèle 1

Le modèle 1 se décrit mathématiquement comme suit :

Evolution de la densité (en habitants par km²) entre 2000 et 2010/2011 = 228.861

- 16.436* Temps de parcours en TIM, sans encombrements en 2011, en min.
- + 11.507* Temps de parcours en TIM, avec encombrements en 2011, en min.
- 1.458* Evolution du temps de parcours TIM sans encombrements en 2000-2011, en min.
- + 4.131* Evolution du temps de parcours TIM avec encombrements en 2000-2011, en min.
- 2.870* Différence temps de parcours TIM-TP avec encombrements en 2011, en min.
- + 1.578* Ev. de la diff. temps parcours TIM-TP avec encombrements en 2000-2011, en min.

R = 0.546

R² = 0.298

Le modèle obtient un assez bon R, et un R² montrant que 30% de la variance totale de l'évolution de la densité entre 2000 et 2011 peut se modéliser comme une combinaison linéaire des variables entrées dans le modèle.

Six variables ont été retenues dans ce modèle. Il est intéressant de les détailler ici :

- Deux variables représentent le temps de parcours en transport individuel motorisé en 2011, et ce sont celles qui influencent principalement le modèle : une fois avec les encombrements, et une fois sans. On constate que ces deux variables s'opposent : cela signifie que le modèle est construit entre autres par la différence entre les deux variables. Assez logiquement, l'évolution de la densité peut s'exprimer comme une fonction inverse du temps de parcours TIM sans bouchons, toutefois avec un grand effet de mitigation du aux bouchons lorsqu'ils sont présents. Là où ils ne le sont pas, un temps de parcours TIM rallongé d'une minute se traduit par une perte de 5 habitants au km² entre 2010 et 2011.
- Les deux variables suivantes représentent l'évolution des temps de parcours en transport individuel motorisé entre 2000 et 2011, là aussi avec les deux versions avec et sans encombrements. On constate assez logiquement que les améliorations dans les temps de parcours en TIM se traduisent par une augmentation de la densité de population, d'ampleur un peu moindre toutefois que celle observée par les deux premières variables : si les encombrements sont nuls, un gain de temps d'une minute entre 2000 et 2011 se traduit par une hausse de la densité de 2,5 habitants par km².
- Les deux dernières variables expriment la différence de temps de parcours entre transports publics et transports individuels motorisés en 2011, ainsi que l'évolution de cette différence entre 2000 et 2010/2011. On constate que plus cette différence est forte en faveur des transports individuels motorisés, plus l'évolution de la densité est négative. De manière peut-être plus surprenante, l'évolution de cette différence tend à faire baisser la densité de population : si l'on réduit la différence des temps de parcours, on réduit la densité. Ceci étant, l'effet de ces deux paramètres est moindre que les quatre qui précèdent.

Il est également à noter que ce premier modèle comporte deux variables qui sont influencées par les temps de parcours en transports publics, et donc par le projet 2G. Le modèle présenté ici est donc susceptible d'illustrer l'effet du projet 2G sur l'évolution de la densité de population future du Canton de Zurich.

3.3.3. Présentation du modèle 2

Le modèle 2 se décrit mathématiquement comme suit :

Evolution de la densité (en habitants par km²) entre 2000 et 2010/2011 = 218.729

- 6.746* Evolution du temps de parcours TIM sans encombrements en 2000-2011, en min.
- + 5.525* Evolution du temps de parcours TIM avec encombrements en 2000-2011, en min.
- 6.788* Différence temps de parcours TIM-TP sans encombrements en 2011, en min.
- + 2.133* Différence temps de parcours TIM-TP avec encombrements en 2011, en min.
- + 2.315* Ev. de la diff. temps parcours TIM-TP avec encombrements en 2000-2011, en min.

R = 0.509

R² = 0.259

Le modèle obtenu est légèrement moins bon que le modèle 1 ; il obtient toutefois également un assez bon R, et un R² montrant que 26% de la variance totale de l'évolution de la densité entre 2000 et 2011 peut se modéliser comme une combinaison linéaire des variables entrées dans le modèle.

Cinq variables ont été retenues dans ce modèle. Il est intéressant de les détailler ici :

- Deux variables représentent l'évolution des temps de parcours en transport individuel motorisé entre 2000 et 2011, avec les deux versions avec et sans encombrements. On constate assez logiquement que les améliorations dans les temps de parcours en TIM se traduisent par une augmentation de la densité de population, d'ampleur assez faible toutefois, et nettement mitigée par la présence d'encombrements importants. A encombrement nul, une diminution de temps de parcours TIM d'une minute se traduit par une hausse de la densité de population de 1.2 habitants par km².
- Les deux variables suivantes expriment la différence de temps de parcours entre transports publics et transports individuels motorisés en 2011, une fois encore déclinée sans et avec encombrements. Dans ce modèle, c'est bien cette caractéristique qui semble prendre le dessus, chaque minute de différence supplémentaire entre TIM et TP se traduisant par une baisse assez nette de la densité, de l'ordre de 4.5 habitants par km², hors encombrements.
- La dernière variable retenue dans le modèle est l'évolution de la différence des temps de parcours TP-TIM avec encombrements entre 2000 et 2011. Comme dans le modèle précédent, cette évolution donne un résultat un peu surprenant, à savoir que la diminution de la différence entre temps de parcours TP et TIM provoque une diminution de la densité. Là aussi, il faut tenir compte du fait que cette partie de la modélisation doit être mise en commun avec les autres

Il est également à noter que ce second modèle comporte trois variables sur cinq qui sont influencées par les temps de parcours en transports publics, et donc par le projet 2G.

3.3.4. Leçons issues des deux modèles

Les deux modèles, bien que largement indépendants l'un de l'autre, se rejoignent sur plusieurs points, qu'il est important de noter ici.

Premièrement, les deux modèles cherchent à modéliser l'évolution de la densité entre 2000 et 2011 comme « proxy » de la population. Il va de soi que la densité en 2011 étant connue, on pourra ensuite se baser sur cette densité, puis sur l'évolution de cette dernière telle que modélisée, pour obtenir une population totale à l'horizon de la projection.

A ce stade, il apparaît nettement que le principal déterminant de la densité de population lorsqu'il s'agit de la relier aux différentes mesures du temps de parcours est constituée par le transport individuel motorisé, c'est-à-dire la voiture : ainsi, les deux modèles placent en tête des variables qui sont uniquement constituées d'indicateurs de la mobilité individuelle. D'autre part, toutes les variables contenant des indicateurs reliés à la mobilité collective le sont en comparaison, en différentiel, de la mobilité privée. L'effet structurant de base est donc bien lié à la mobilité individuelle, la mobilité collective n'intervenant qu'en second ordre. C'est dire que la structuration territoriale de 2030 dépendra d'abord de ce qui se passera sur la route – ce qui se passera dans les réseaux de transports publics n'interviendra qu'à la marge.

A noter que si la période de construction du modèle se construit sur des intervalles d'évolution de dix ans, la modélisation, elle, se fait sur une période de vingt ans. Toutefois, cela ne devrait pas poser de problèmes, pour la simple et bonne raison que les évolutions en temps de parcours sont elles aussi mesurées sur cette période pour l'intervalle de temps 2011-2030. Il n'y a donc à priori aucune contre-indication à l'utilisation d'un modèle fondé sur intervalle d'une décennie pour la prospection d'un phénomène sur les deux décennies suivantes, si ce n'est le postulat implicite que les dynamiques observées entre 2000 et 2011 se perpétueront encore jusqu'en 2030.

3.4. APPLICATION DES MODÈLES POUR 2030

Les deux modèles ont été appliqués à 2030 en parallèle ; de même, chacun des deux modèles de régression a été appliqué au modèle de croissance démographique de base 2030 de l'ARE sans le projet 2G, ainsi qu'à deux variantes prenant en compte le projet 2G : un modèle prenant en compte uniquement les gains de temps, mais sans les gains de fréquence – le modèle « 2G partiel », et un second modèle qui prend en compte tant les gains de temps que les gains de fréquence, que nous avons appelé « 2G complet ».

Au final, six modèles de projection ont donc été testés avec des hypothèses différentes. Dans le détail, il s'agit de 2 modèles de régression (1 et 2), chacun testés avec trois variantes : sans 2G, avec 2G partiel (sans l'effet des fréquences) et avec 2G complet (avec les fréquences), afin de mesurer les différences dans la spatialisation du peuplement en fonction de la réalisation ou non du projet S-Bahn 2G.

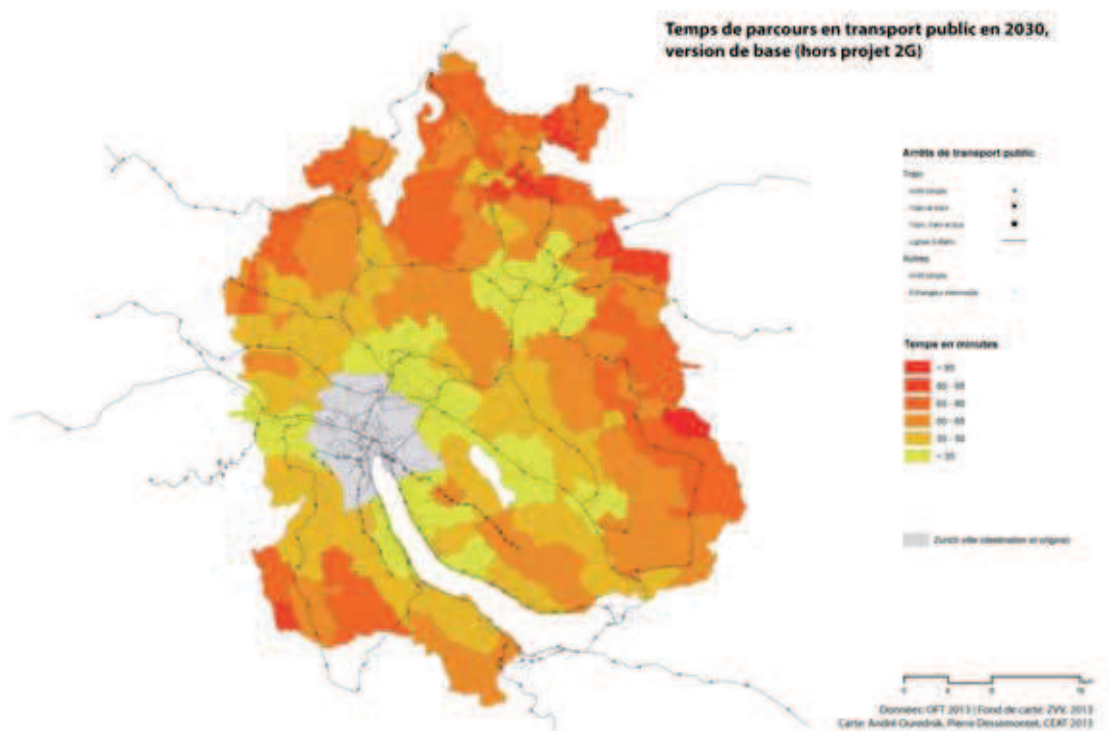
3.4.1. Temps de parcours en TP

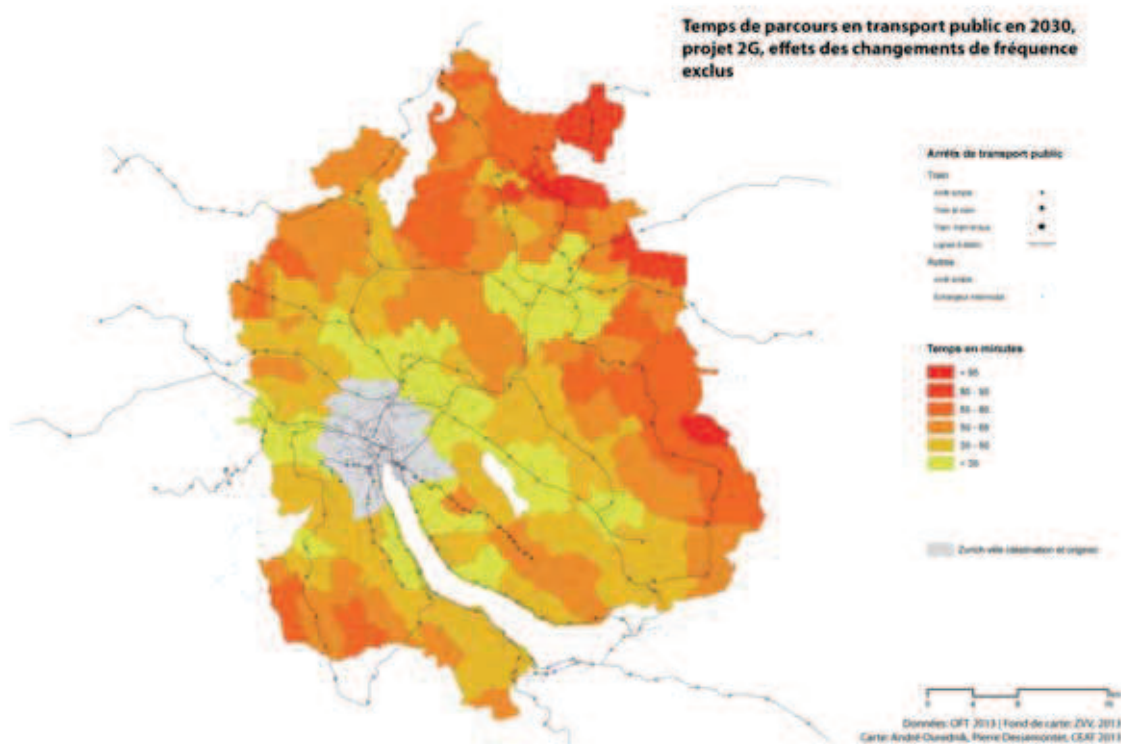
La comparaison des temps de parcours 2030-2011 selon la variante de base de l'ARE donne les résultats suivants (moyenne cantonale et résultats extrêmes) :

	2011	2030	Différence	Différence relative
Moyenne ZH	45.79'	53.49'	+7.70'	+16.8%
Bachs	48.03'	75.26'	+27.23'	+56.7%
Kleinandelfingen	75.75'	73.88'	-1.87'	-2.47%

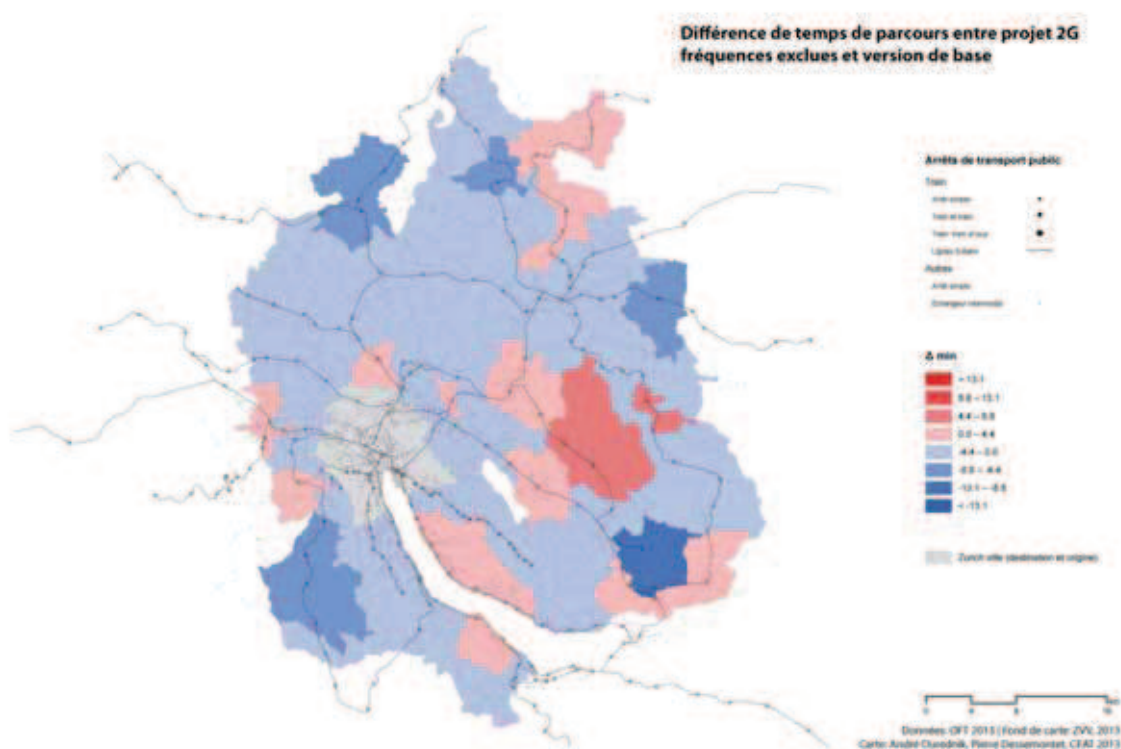
De manière plutôt surprenante, on constate qu'en général, la matrice 2030 de l'ARE donne des temps de parcours plus longs que la matrice 2011 : les scénarios de base de l'ARE semblent donc postuler une péjoration générale des temps de parcours entre aujourd'hui et 2030. Ceci étant, la variation spatiale des différences est très forte, comme on peut le voir avec les deux exemples extrêmes cités ci-dessus.

Les temps de parcours en 2030 selon la version de l'ARE sont représentés sur la carte suivante :





Carte 2



Carte 3

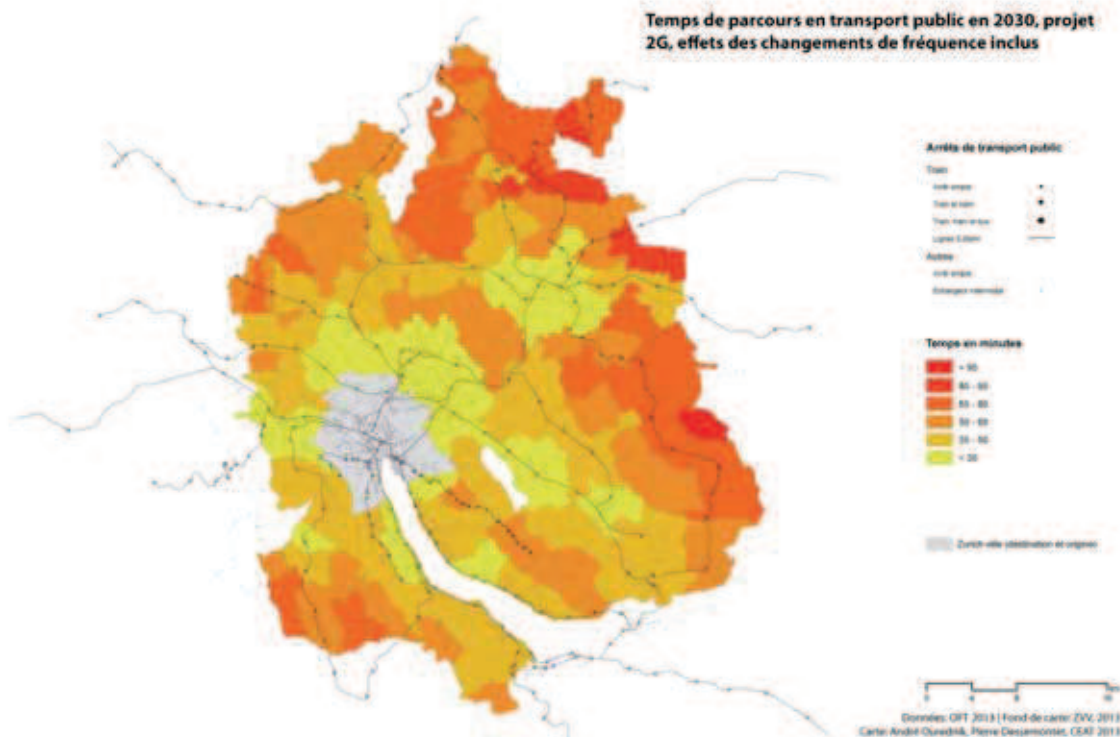
On constate que la carte 2 est très similaire à la carte 1, et que donc les différences de temps de parcours sont assez faibles, ainsi que très bien réparties sur l'ensemble du territoire d'étude (carte 3)

La comparaison des temps de parcours 2030-2011 selon la variante 2G avec la prise en compte des fréquences donne les résultats suivants (moyenne cantonale et résultats extrêmes) :

	Base	2G Complet	Différence	Différence relative
Moyenne ZH	53.49'	51.86'	-1.63'	-3.0%
Küsnacht	31.50'	35.75'	+4.25'	+13.5%
Hinwil	54.13'	36.63'	-17.50'	-32.3%

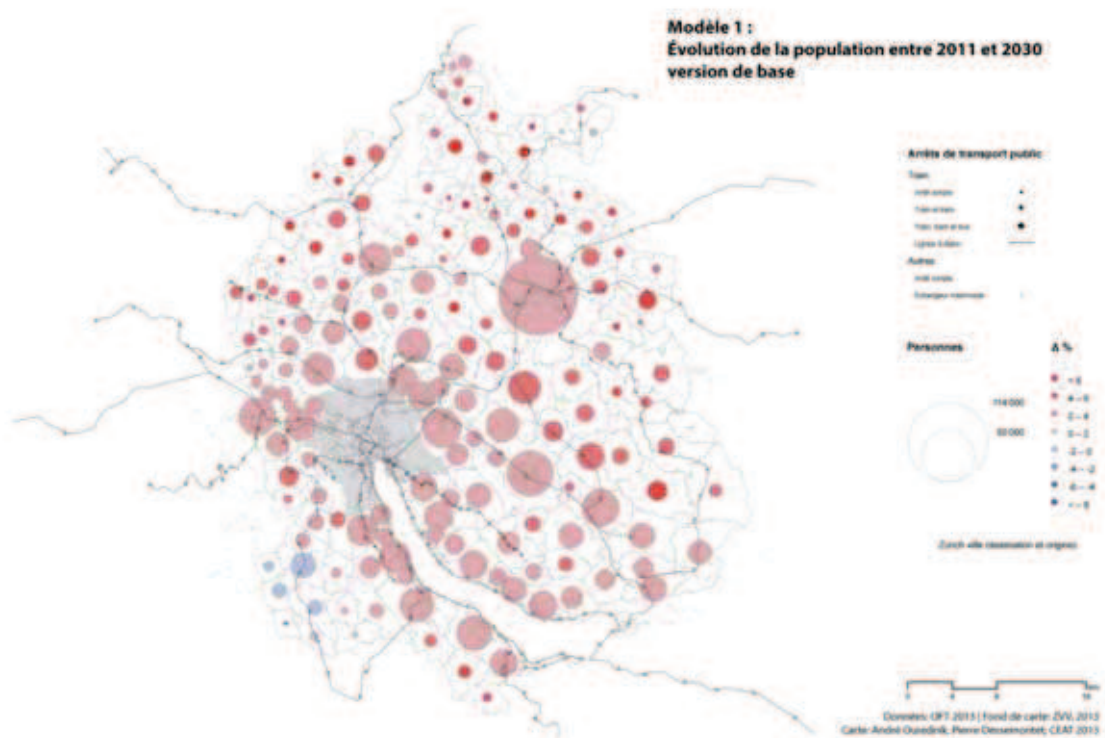
La variante 2G 2030 avec les fréquences livrée par la ZVV est de meilleure qualité que la variante de base et que la variante sans fréquence : le différentiel correspond à 1/5 du différentiel général 2011-203. Le gain de temps de la version 2G complète par rapport à la version ARE équivaut à peu près à 1.6 fois celui de la version partielle. C'est dire que l'amélioration des fréquences vaut à peu près la moitié de l'amélioration des vitesses, et un tiers environ de l'amélioration générale – comme quoi travailler sur les fréquences, en nonobstant toute autre amélioration, peut avoir des effets très mesurables sur le terrain.

Les temps de parcours en 2030 selon la version 2G complète sont représentés sur la carte suivante :

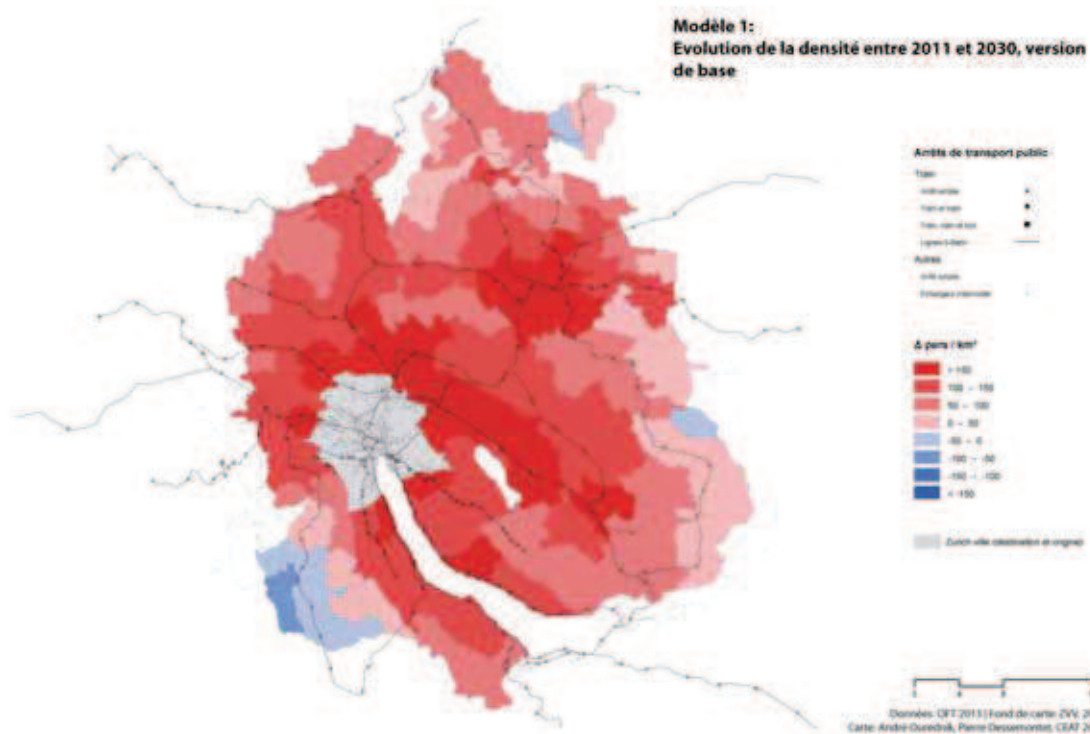


Carte 4

La carte 4, logiquement, ressemble fortement aux cartes 1 et 2, co0nfirmant que les améliorations apportées dans les temps de parcours le sont à la marge.



Carte 6



Carte 7

La carte 6 montre la population totale pronostiquée pour 2030 (variable de taille), ainsi que l'évolution de cette population entre 2011 et 2030. On peut y voir que le modèle de base pronostique une croissance généralisée de la population, qui en pourcentage est d'autant plus forte que l'on se trouve dans les périphéries du canton : les pointes sont observées ainsi dans l'Unterland et le Weinland, ainsi que dans les marges de l'Oberland. A noter un effet inattendu du modèle : une baisse de population dans le secteur de l'Albis.

De manière générale, ces résultats sont à prendre de manière indicative – l'intérêt premier, ici, est de les comparer les uns avec les autres.

La carte 7 montre l'évolution de la densité entre 2011 et 2030, selon le modèle 1 appliqué aux paramètres du modèle de TP de l'ARE (modèle de base). Selon ces résultats, la plus forte hausse de la densité dans le canton est attendue dans une couronne autour de Zurich, le long de la ligne du S5 entre Dübendorf et Wetzikon, et à Winterthour. La carte est un peu moins concentrique que les cartes de temps de parcours. On note que selon ce modèle, la densité devrait peu évoluer dans l'Albis et les régions les plus externes du canton.

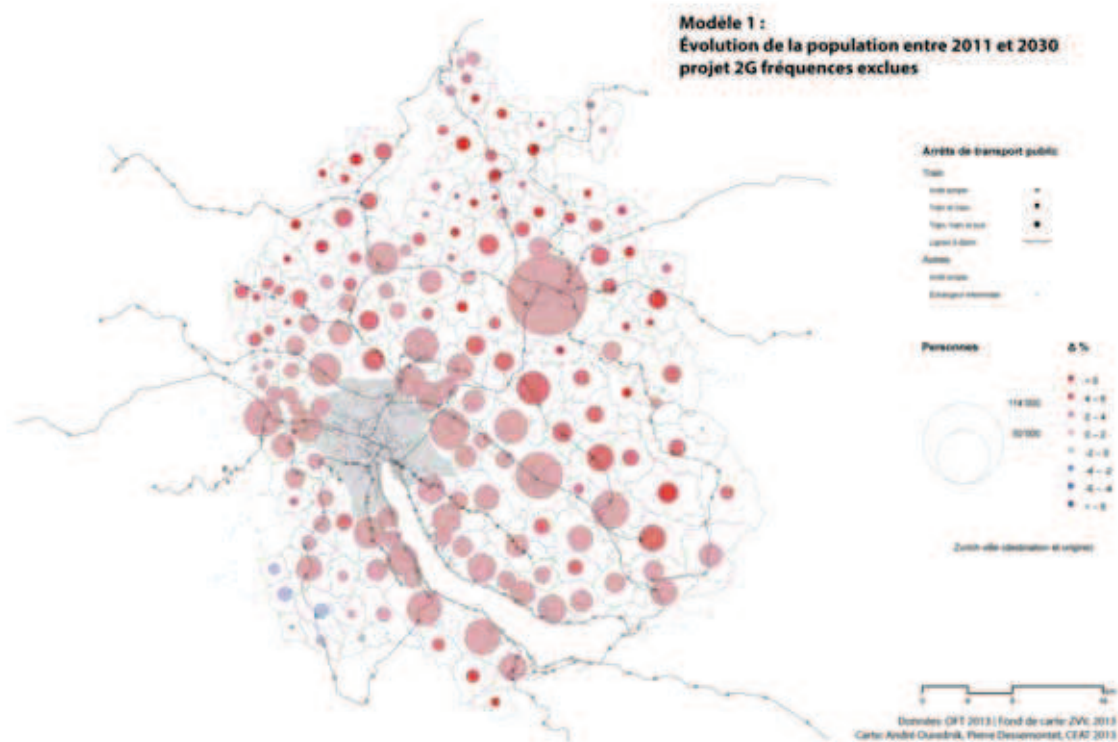
On constate enfin que la carte des gains de densité n'est pas la même que la carte des gains de population : la population augmente proportionnellement plus dans les régions à faible densité, mais l'impact sur le territoire est plus fort dans les régions à forte densité initiale.

Comparaison base-2G partiel

La comparaison entre ce modèle de densification de base et le modèle 2G partiel donne les résultats suivants (total cantonal, extrêmes absolues et relatives) :

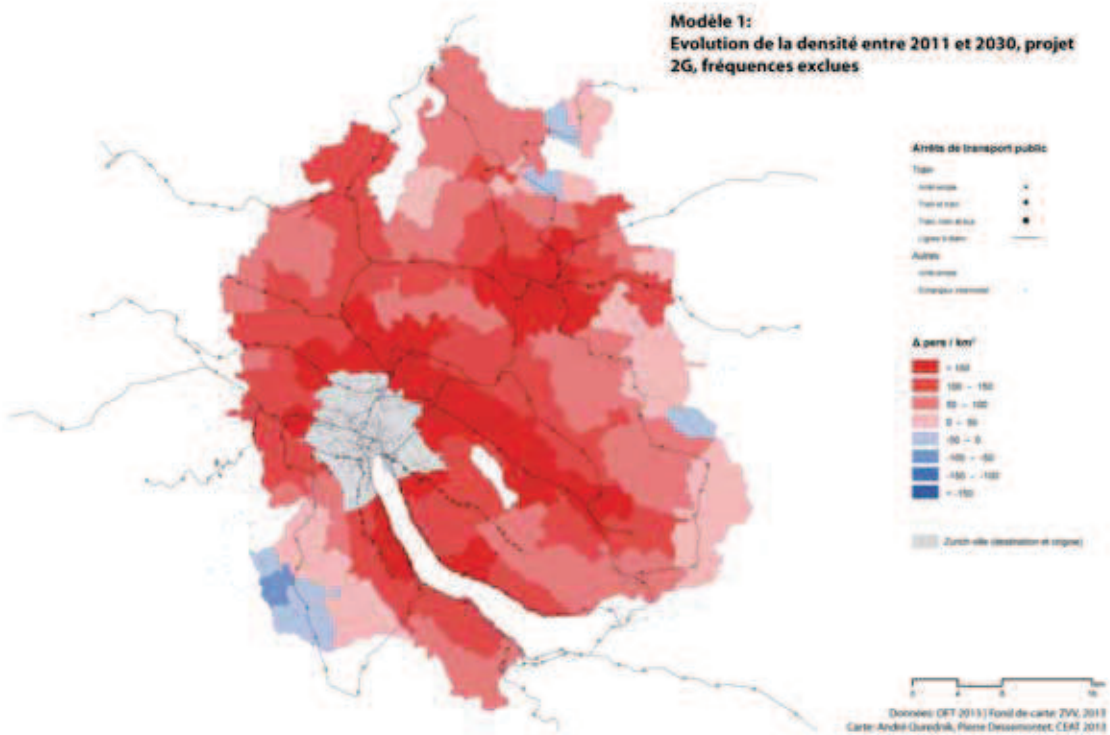
	Base	2G Partiel	Différence	Différence relative
ZH (sans ville ZH)	1'150'080	1'154'862	+4'782	+0.4%
Hinwil	12'027	12'667	+640	+5.2%
Sternenberg	81	131	+50	+62.3%
Pfäffikon	13'046	12'798	-249	-1.9%
Waltalingen	596	513	-83	-14.0%

On constate que la différence entre les deux modèles est ici d'un peu moins de 5'000 personnes, alors qu'une croissance de l'ordre de 150'000 personnes est attendue entre 2011 et 2030 : l'effet du changement de concept de transport public a de manière générale un impact relativement secondaire.

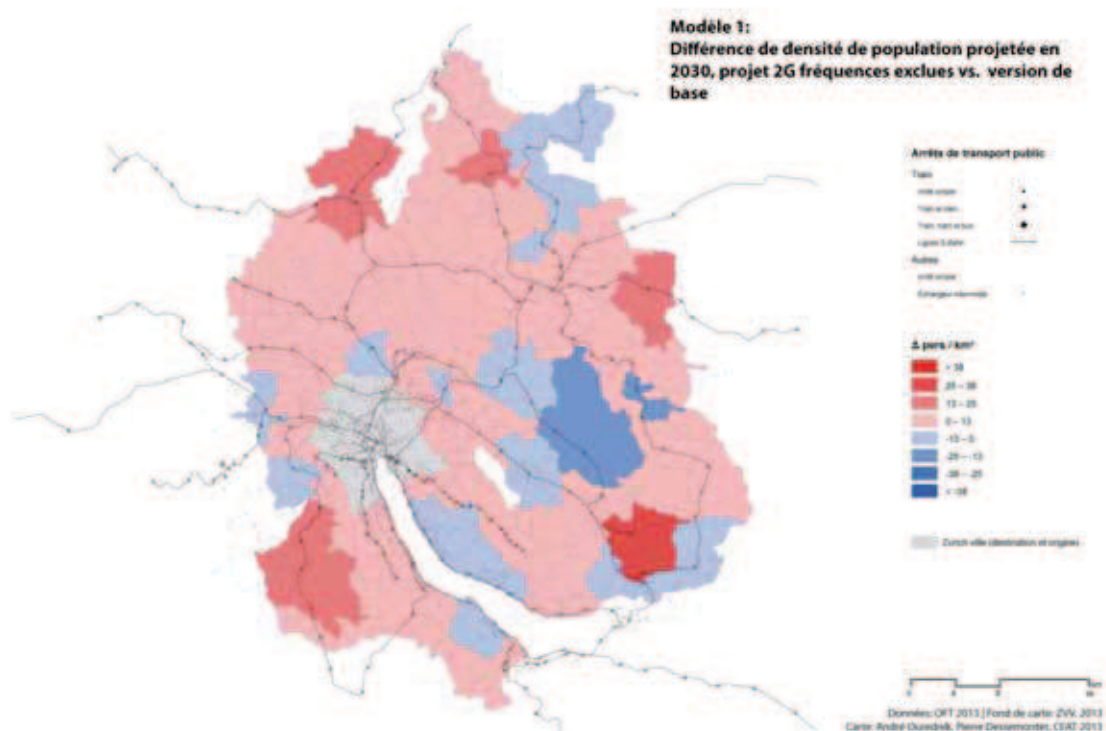


Carte

8



Carte 9

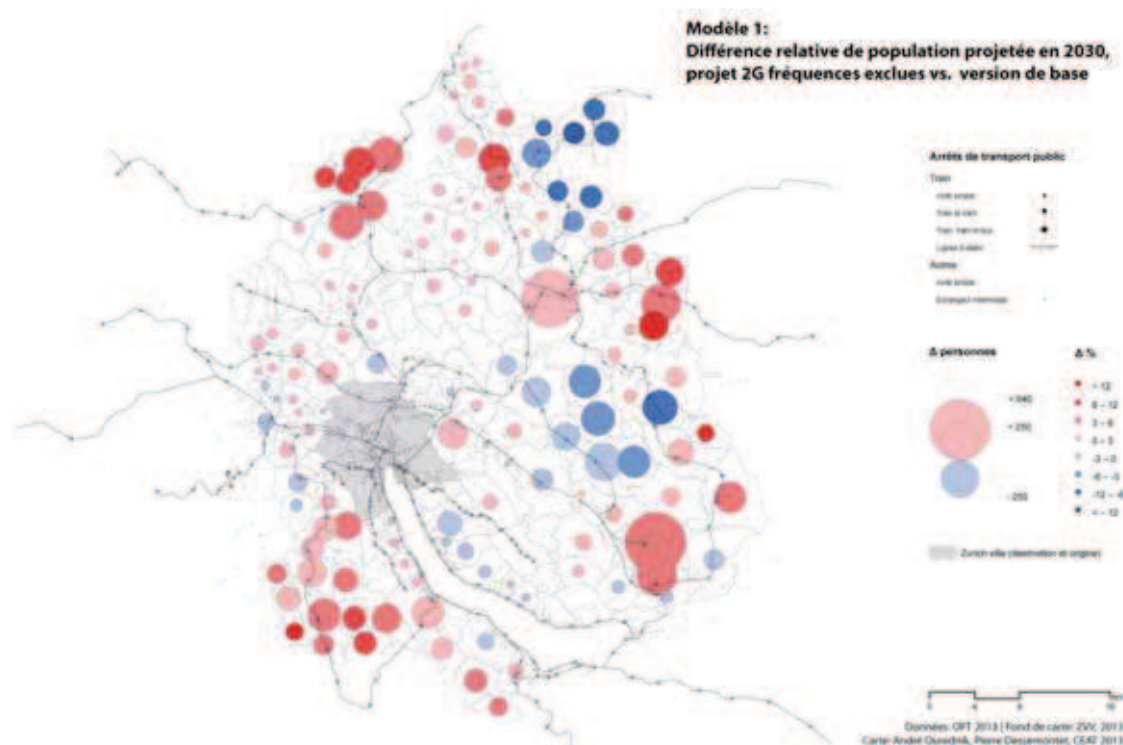


Carte 10

La carte 8 montre l'évolution de la population entre 2011 et 2030, selon le modèle 1 appliqué aux paramètres du modèle 2G partiel, sans prise en compte des fréquences. Elle est très similaire à la carte 7 et n'en diffère qu'à la marge.

La carte 9 montre l'évolution de la densité entre 2011 et 2030, selon le modèle 1 appliqué aux paramètres du modèle 2G partiel, sans prise en compte des fréquences. Cette carte est très similaire à la précédente.

Ceci est illustré par la carte 10, qui montre les différences entre les deux cartes. Le modèle 2G partiel profite avant tout aux périphéries du canton : Albis, Rafzerfeld, frontière thurgovienne, et Hinwil. A l'inverse, la région de Pfäffikon semble perdre en attractivité dans ce modèle.



Carte 11

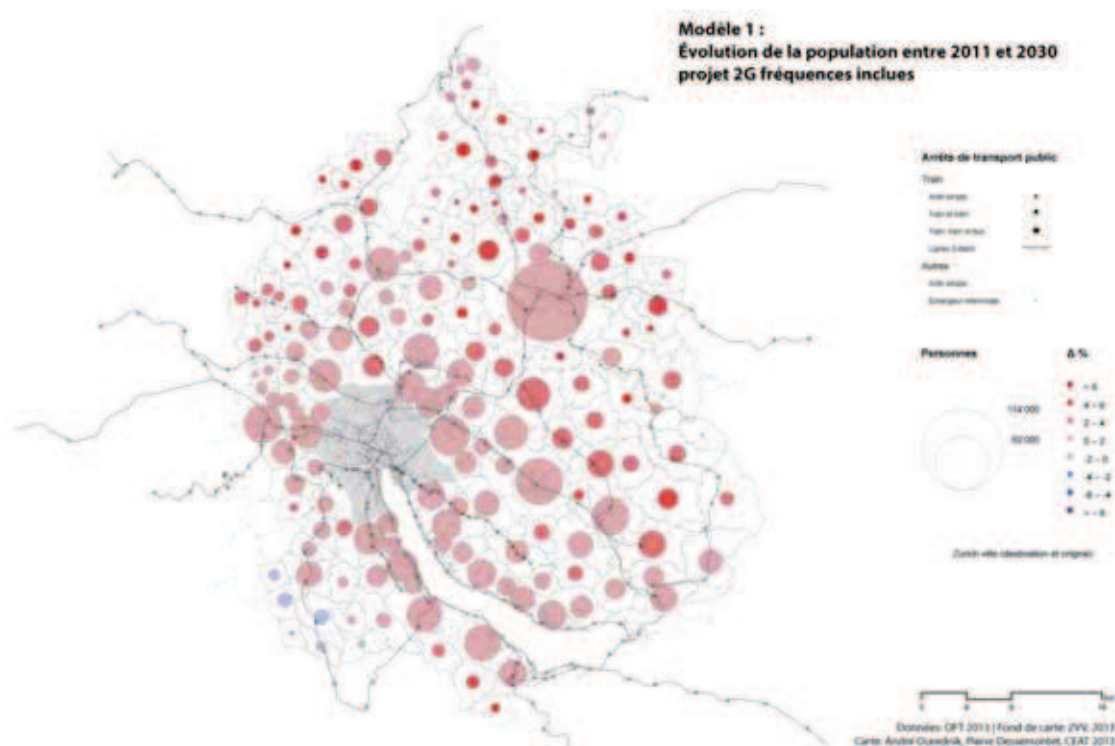
Transformée en carte des gains ou pertes de population entre les deux modèles (base ARE et 2G partiel), on constate que le projet 2G a surtout un impact sur les marges du Canton : les parties plus centrales, déjà plus urbaines aujourd'hui, ne sont que peu affectées par le modèle choisi. Les commentaires géographiques sont les mêmes qu'auparavant : gains notables dans la région de Hinwil (Oberland zurichois), de Winterthur et d'Elgg, à Andelfingen, dans la région d'Eglisau-Rafz et dans l'Albis. Des pertes sont enregistrées surtout dans la zone du Pfäffikersee, et dans le Weinland oriental.

Comparaison base-2G complet

La comparaison entre ce modèle de densification de base et le modèle 2G complet (avec inclusion des fréquences) donne les résultats suivants (total cantonal, extrêmes absolues et relatives) :

	Base	2G Complet	Différence	Différence relative
ZH (sans ville ZH)	1'150'080	1'157'743	+7'663	+0.7%
Hinwil	12'027	13'147	+1'120	+9.3%
Sternenberg	81	131	+50	+62.3%
Wila	2'475	2'225	-250	-9.0%
Waltalingen	596	513	-83	-14.0%

On constate que la différence entre les deux modèles est ici un peu plus forte, de l'ordre de 7'500 personnes, ce qui reste assez secondaire en regard des 150'000 personnes supplémentaires attendues entre 2011 et 2030.

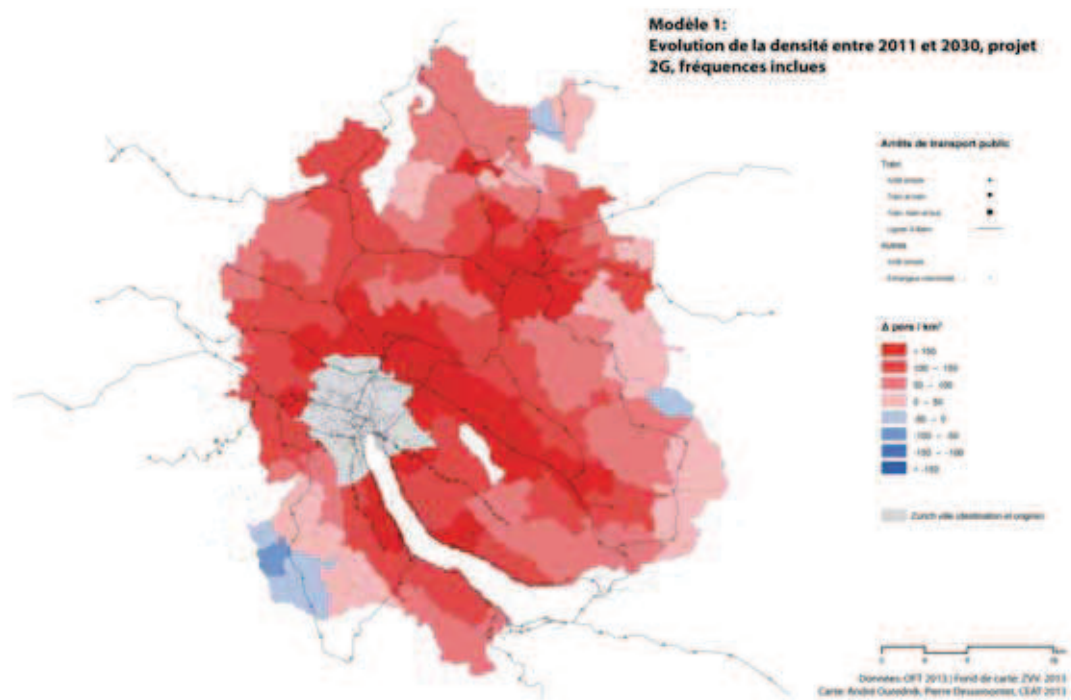


Carte 12

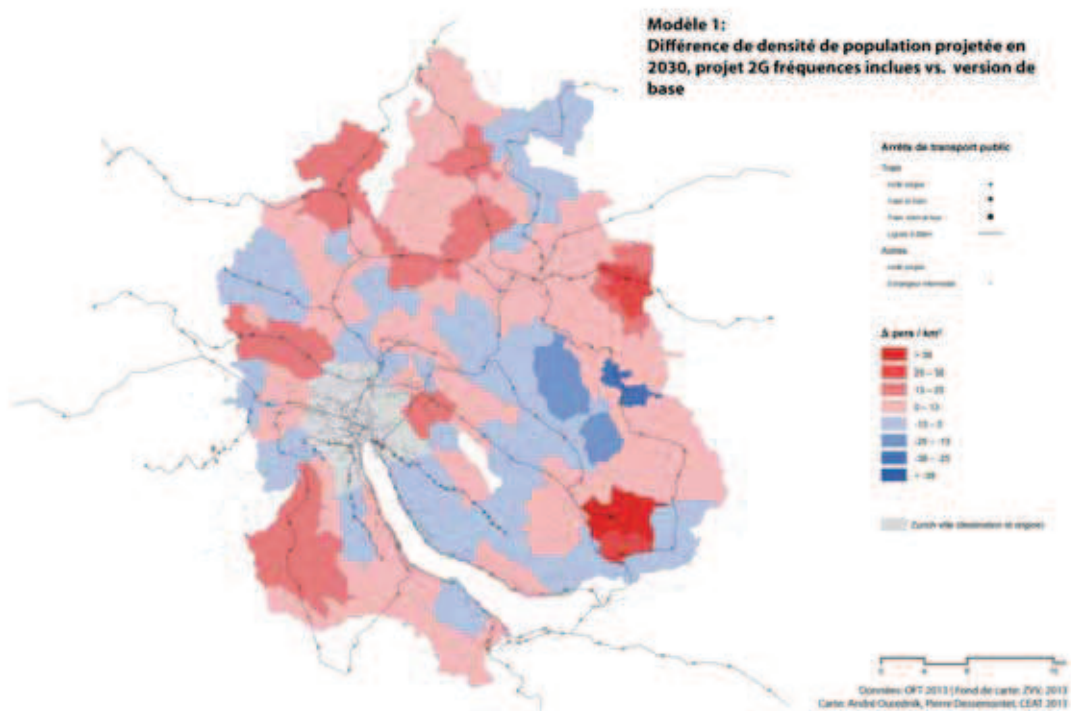
La carte 12 montre l'évolution de la population entre 2011 et 2030, selon le modèle 1 appliqué aux paramètres du modèle 2G complet, avec prise en compte des fréquences. Elle est une fois encore très similaire aux cartes 6 et 8, et n'en diffère qu'à la marge.

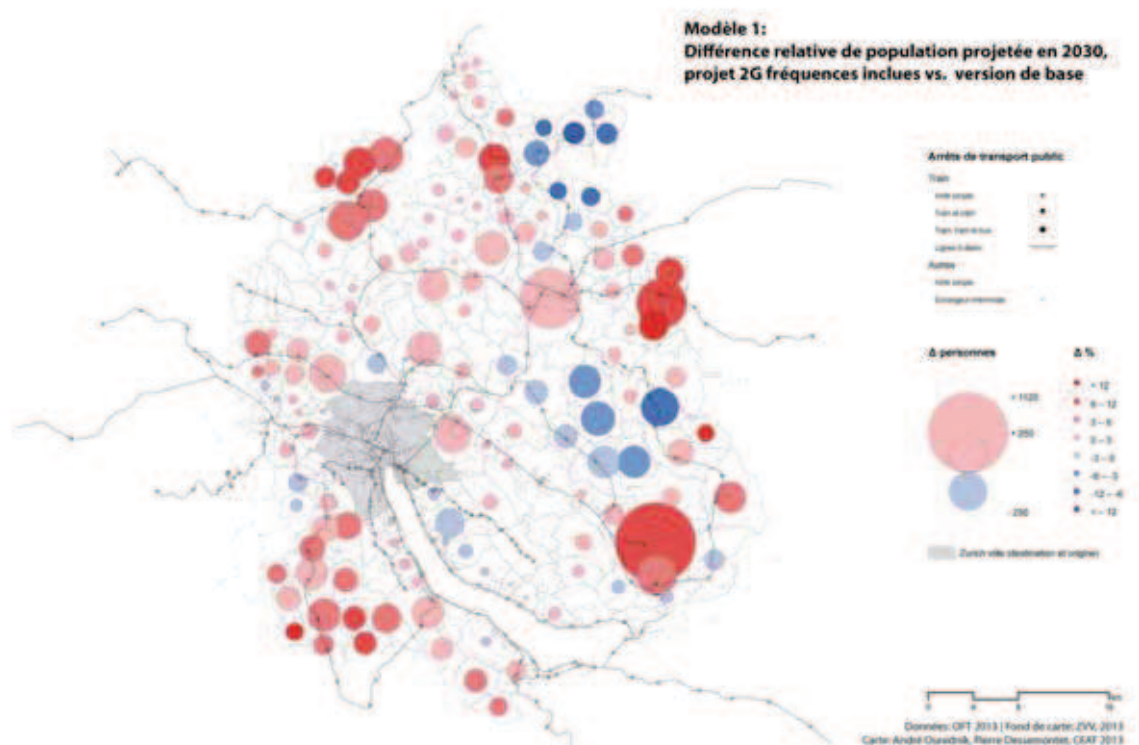
La carte 13 ne montre pas de différence fondamentale d'avec les cartes 7 (augmentation de densité selon le modèle de base) et 9 (augmentation de densité selon le modèle 2G partiel).

Concernant la carte 14, les mêmes remarques peuvent être faites d'avec la carte 10 : le modèle 2G partiel profite avant tout aux périphéries du canton : Albis, Rafzerfeld, frontière thurgovienne, et Hinwil. A l'inverse, la région de Pfäffikon perd en attractivité dans ce modèle.



Carte 13





Carte 15

La carte 15 est assez similaire à la carte 11. On note toutefois un paysage tout de même plus tranché, avec des zones ressortant un peu plus, comme Hinwil, Elgg, ou le Limmattal, qui apparaît plus marqué : ce dernier profite donc plus des améliorations dans la fréquence que de celles du temps de parcours gare à gare.

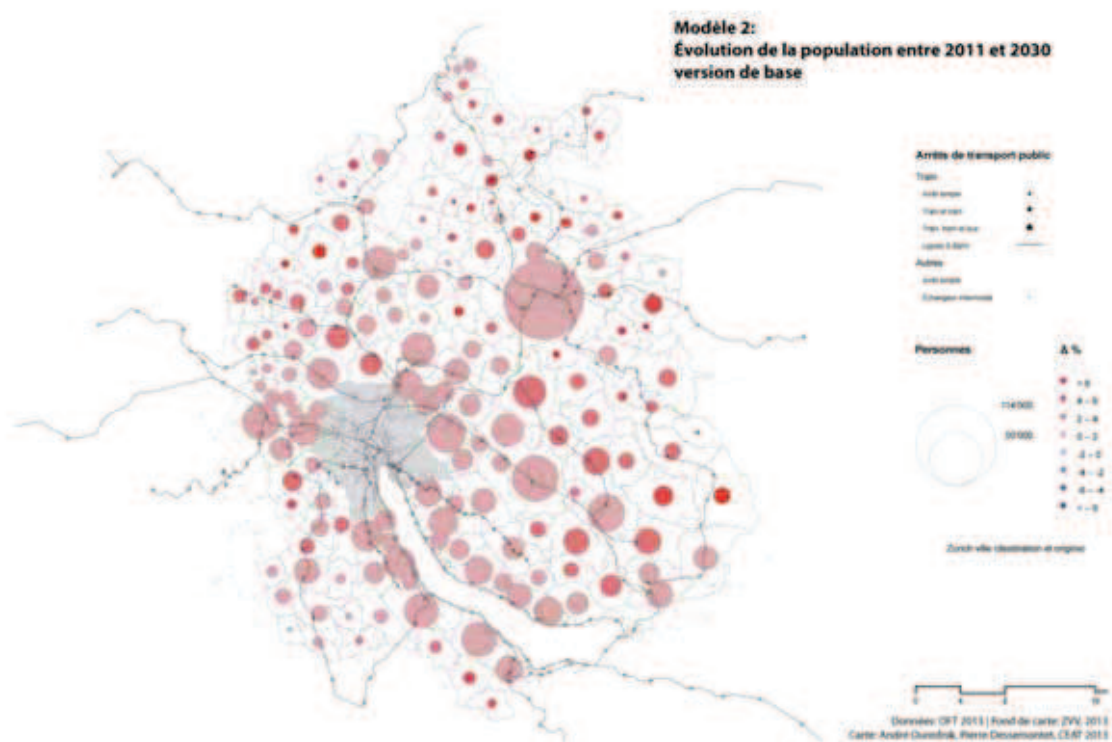
3.4.3. Application du modèle 2 pour 2030 : résultats

Version de base (ARE)

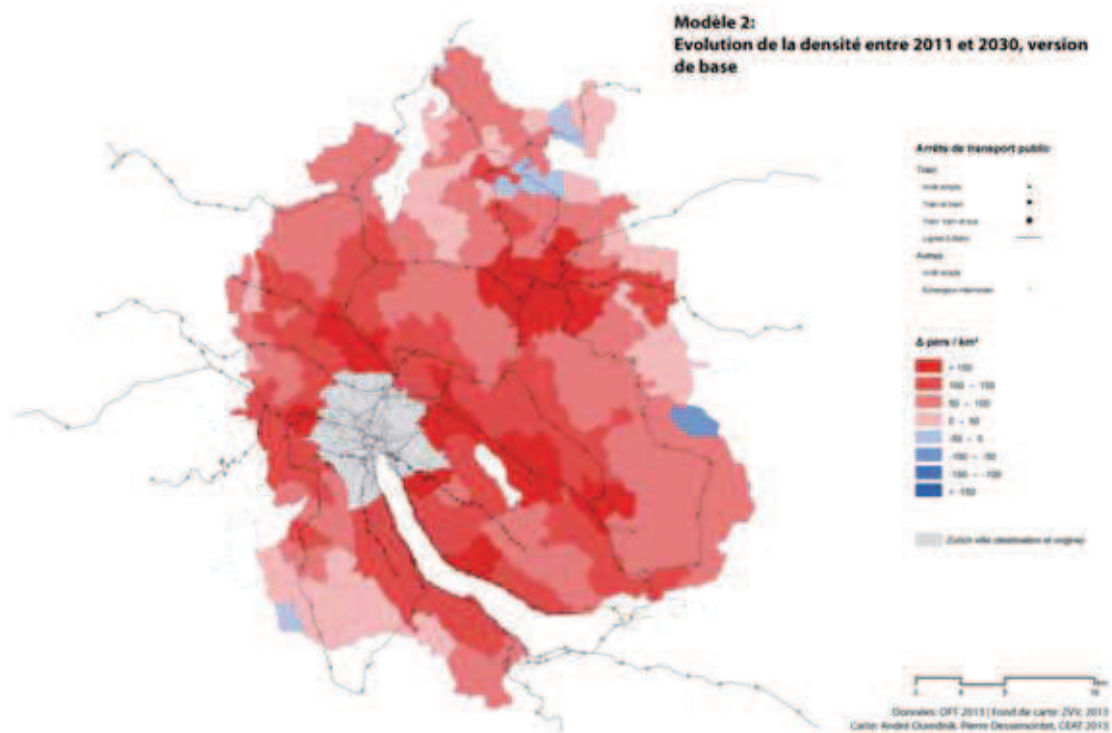
Le modèle 2 est appliqué aux densités de population 2011 et aux évolutions attendues de temps de parcours entre 2011 et 2030, pour les trois modèles de temps de parcours en transports publics : ARE, 2G partiel et 2G complet.

Le modèle de base donne les résultats globaux suivants :

	2011	2030	Différence	Différence relative
ZH (sans ville ZH)	1'000'211	1'149'922	+149'711	+15.0%
Winterthur	101'308	113'008	+11'700	+11.5%
Kyburg	419	991	+572	+136.5%
Sternenberg	360	0	-360	-100.0%



Carte 16



Carte 17

La carte 16 montre la population totale pronostiquée pour 2030 (variable de taille), ainsi que l'évolution de cette population entre 2011 et 2030. On peut y voir que le modèle de base pronostique une croissance généralisée de la population, qui en pourcentage est d'autant plus forte que l'on se trouve dans les périphéries du canton : les pointes sont observées ainsi dans l'Unterland et le Weinland, ainsi que dans les marges de l'Oberland. A noter par rapport au modèle 1 que l'exception de l'Albis a disparu. Pour le reste, les cartes 6 et 16 restent très comparables.

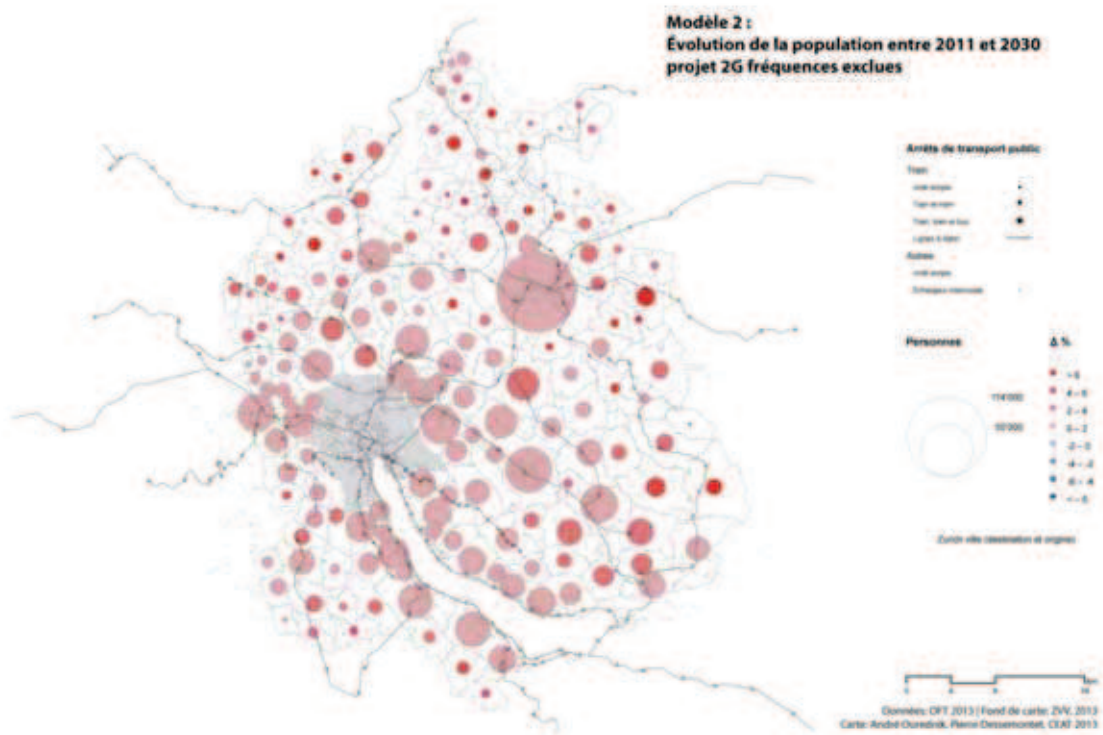
La carte 17 montre l'évolution de la densité entre 2011 et 2030, selon le modèle 2 appliqué aux paramètres du modèle de TP de l'ARE (modèle de base). Selon ces résultats, la plus forte hausse de la densité dans le canton est attendue dans une couronne autour de Zurich, le long de la ligne du S5 entre Dübendorf et Wetzikon, et à Winterthur. La carte est un peu moins concentrique que les cartes de temps de parcours. Là aussi, la carte est assez semblable d'avec son homologue du modèle 1 (carte 7).

Comparaison base-2G partiel

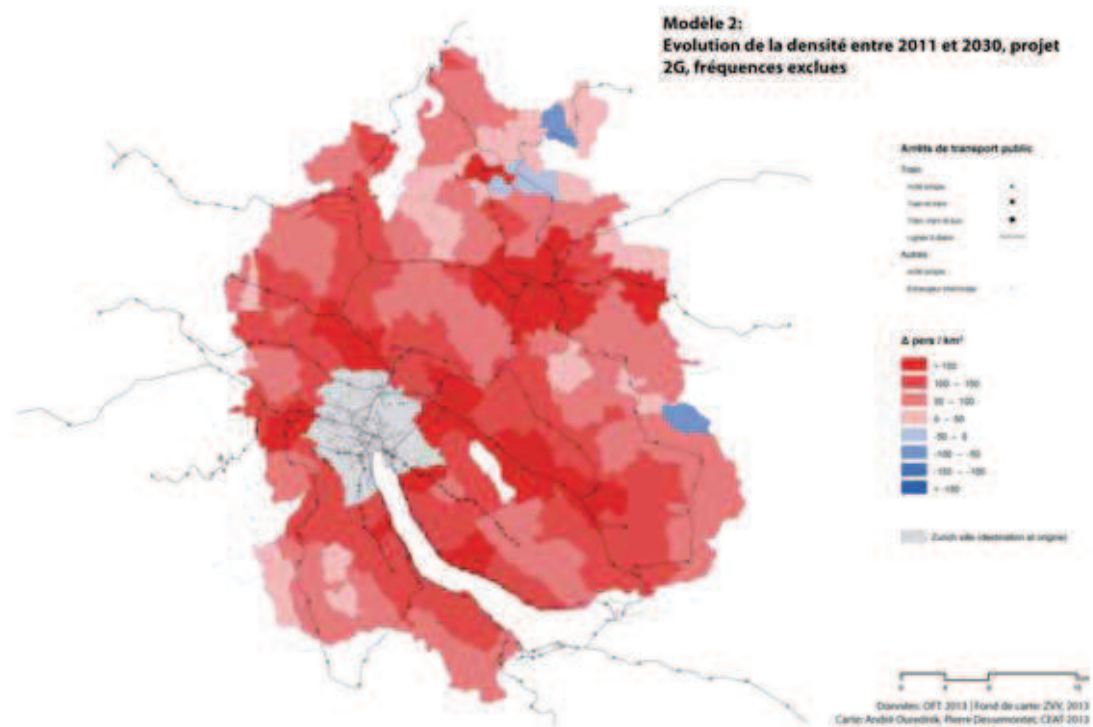
Les résultats de l'application du modèle 2 selon les modèles 2 de base de l'ARE, et 2G partiel (sans prise en compte des fréquences) de la ZVV sont les suivants (total cantonal, extrêmes en absolu, extrêmes en relatif) :

	Base	2G Partiel	Différence	Différence relative
ZH (sans ville ZH)	1'149'922	1'157'579	+7'657	+0.7%
Hinwil	12'505	13'530	+1'025	+8.2%
Hofstetten b. Elgg	810	1'054	+244	+30.1%
Pfäffikon	13'082	12'684	-398	-3.0%
Waltalingen	427	294	-133	-31.3%

On constate que la différence entre les deux modèles est de l'ordre de 7'000 personnes : le modèle 2 est, toutes choses étant égales par ailleurs, un petit peu plus dynamique que le modèle 1.



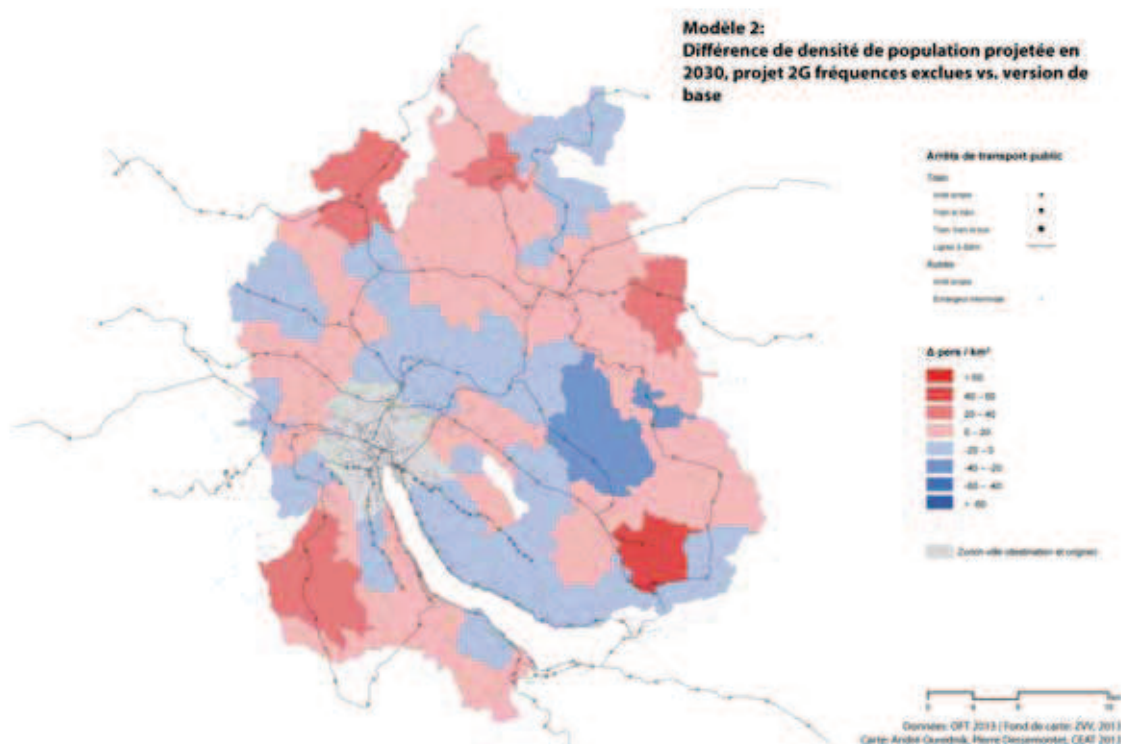
Carte 18



Carte 19

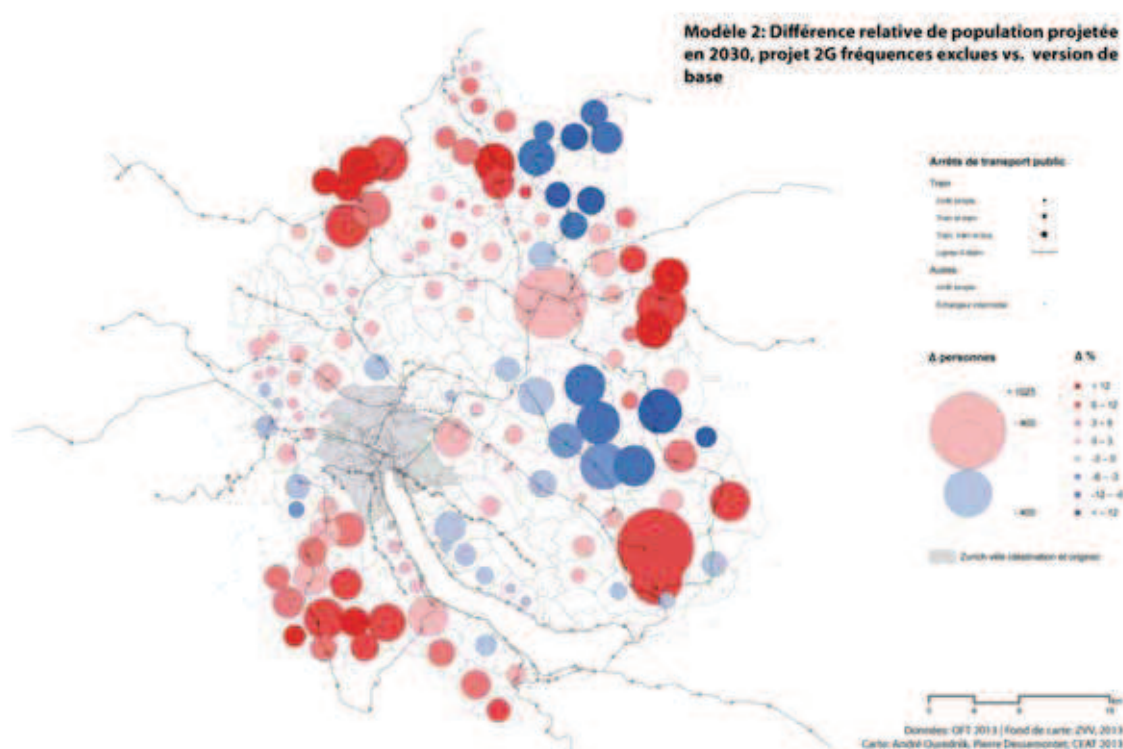
La carte 18 montre l'évolution de la population entre 2011 et 2030, selon le modèle 2 appliqué aux paramètres du modèle 2G partiel, sans prise en compte des fréquences. Elle est très similaire à la carte 17 et n'en diffère qu'à la marge.

La carte 19 montre l'évolution de la densité entre 2011 et 2030, selon le modèle 2 appliqué aux paramètres du modèle de TP de l'ARE (modèle de base). Selon ces résultats, la plus forte hausse de la densité dans le canton est attendue dans une couronne autour de Zurich, le long de la ligne du S5 entre Dübendorf et Wetzikon, et à Winterthur, c'est-à-dire dans les mêmes régions que celles mises en exergue dans le modèle 1, avec quelques différences assez marginales.



Carte 20

La carte des gains et pertes de densité entre version de base et version 2G fréquences exclues est un peu plus tranchée selon le modèle 2 que selon le modèle 1 (carte 10) – le modèle 2 est non seulement un peu plus dynamique que le modèle 1, mais il est également un peu plus sensible au territoire.



Carte 21

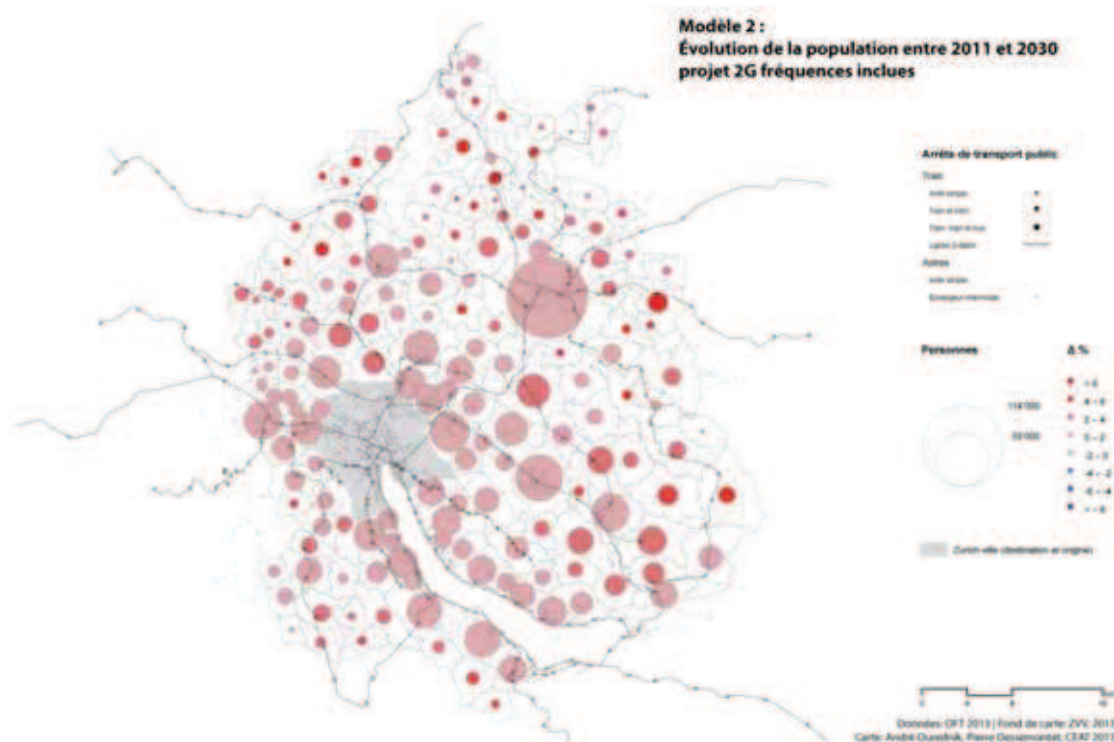
Transformée en carte des gains ou pertes de population entre les deux modèles (base ARE et 2G partiel), on constate que le projet 2G partiel a surtout un impact sur les marges du canton : les parties plus centrales, déjà plus urbaines aujourd'hui, ne sont que peu affectées par le modèle choisi. Les commentaires géographiques sont les mêmes qu'auparavant : gains notables dans la région de Hinwil (Oberland zurichois), de Winterthur et d'Elgg, à Andelfingen, dans la région d'Eglisau-Rafz et dans l'Albis. Des pertes sont enregistrées surtout dans la zone du Pfäffikersee, et dans le Weinland oriental. On note toutefois que par rapport au modèle 1 (carte 11), les différences sont plus marquées : le modèle 2, une fois encore, est plus dynamique, et plus territorial, que le modèle 1.

Comparaison base-2G complet

La comparaison entre ce modèle de densification de base et le modèle 2G complet (avec inclusion des fréquences) donne les résultats suivants (total cantonal, extrêmes absolues et relatives) :

	Base	2G Complet	Différence	Différence relative
ZH (sans ville ZH)	1'149'922	1'162'192	+12'270	+1.1%
Hinwil	12'505	14'298	+1'792	+14.3%
Hofstetten b. Elgg	810	1'054	+244	+30.1%
Wila	2'548	2'146	-402	-15.8%
Waltalingen	427	294	-133	-31.3%

Des six modèles présentés, notamment des quatre versions présentées pour le projet 2G, ce dernier modèle est le plus dynamique.

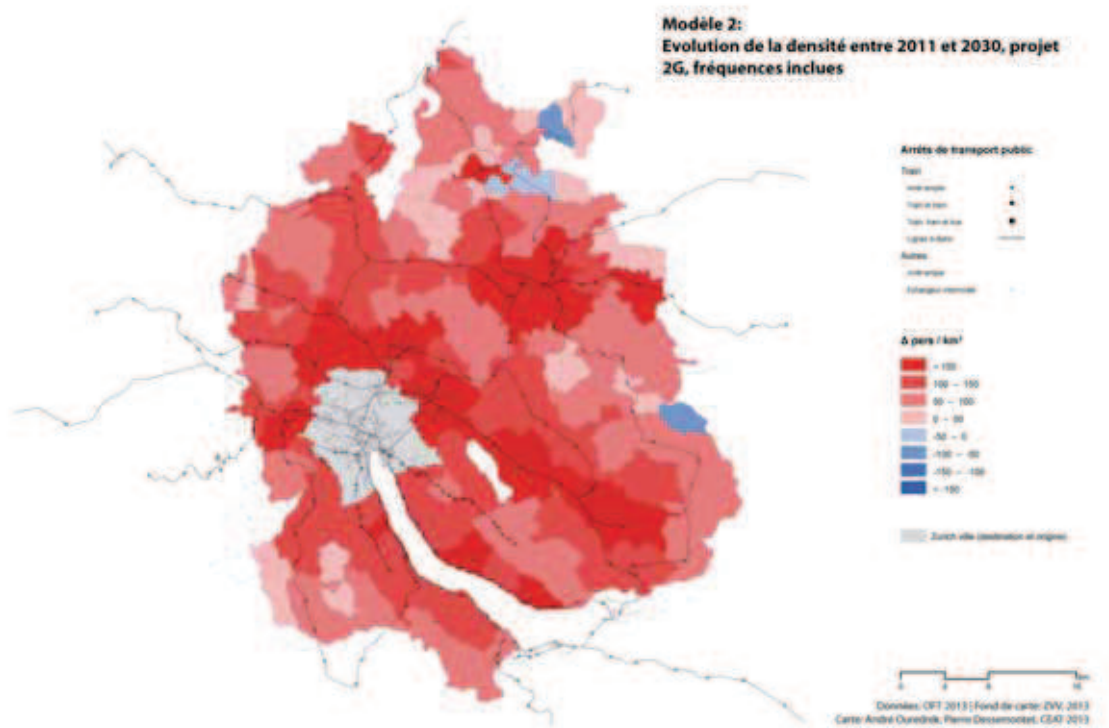


Carte 22

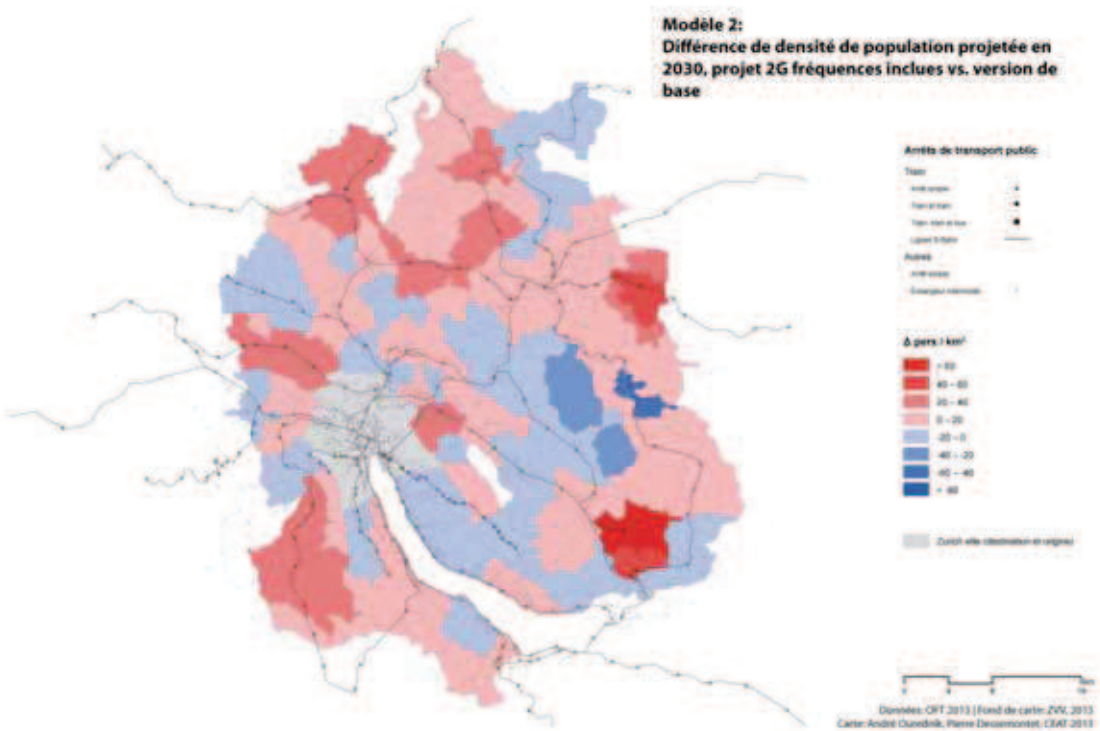
La carte 22 montre l'évolution de la population entre 2011 et 2030, selon le modèle 2 appliqué aux paramètres du modèle 2G complet, avec prise en compte des fréquences. Elle est très semblable aux cartes 16 et 18.

La carte 23 ne montre pas de différence fondamentale d'avec les cartes 17 (augmentation de densité selon le modèle de base) et 19 (augmentation de densité selon le modèle 2G partiel).

Concernant la carte 24, les mêmes remarques peuvent être faites d'avec la carte 20.



Carte 23



Carte 24

centrale de Zurich est beaucoup plus stable dans le temps que celle de ces mêmes temps de parcours en TIM. En outre, l'évolution de la densité, entre 2000 et 2010, est davantage corrélée avec les temps de parcours en TP et avec la différence entre les temps de parcours entre TP et TIM à destination de la gare centrale de Zurich, plutôt qu'avec les temps de déplacements en TIM.

L'accessibilité en TP apparaît comme structurante de l'urbanisation. Les analyses ont montré qu'il existe un décalage temporel de 10-15 ans entre la croissance de la densité démographique et évolution de cette densité d'une part, et temps de parcours en TP d'autre part. Cette tendance n'est cependant identifiable que pour les temps de parcours TP, pas pour les temps de parcours TIM. Cela semble indiquer une « réponse » territoriale aux changements de conditions d'accessibilité en TP plus forte et systématique.

L'ensemble de ces résultats permettent la mise en place une simulation à l'horizon 2030 avec des modèles de régression linéaire postulant la poursuite des tendances observées entre 2000 et 2010, c'est-à-dire la poursuite de la densification en lien avec les accessibilités TP.

Sur cette base, six modèles ont été testés avec des hypothèses différentes. Dans le détail, il s'agit de 2 modèles (1 et 2), chacun testés avec trois variantes : base, 2G partiel et 2G complet, afin de mesurer les différences dans la spatialisation du peuplement en fonction de la réalisation ou non du projet S-Bahn 2G. Les projections que ces modèles permettent de réaliser sont globalement très proches, ce qui démontre la robustesse des analyses réalisées : les résultats obtenus ne sont pas dépendants de la variation d'une variable. Concrètement, ces modèles montrent que :

- Les modèles privilégient comme facteur principal les temps de parcours en Transport Individuel Motorisé – en tendance, l'accessibilité automobile reste donc le facteur principal de développement. Les effets de premier ordre est dû aux temps de parcours en voiture.
- A la marge toutefois, l'effet de changements dans les temps de parcours en TP joue un rôle. Il existe donc un effet dû au changement de modèle de TP, mais son ampleur est de second ordre: il ne concerne pas la modification principale.
- Les six modèles testés donnent donc des résultats largement similaires: la population modélisée varie entre 1.149 mio et 1.162 mio d'habitants dans le Canton de Zurich (hors la ville) pour 2030, soit une variation de 1% environ.
- Cela permet de conclure également que globalement, les effets de la solution 2G par rapport au scénario de base ne sont pas majeurs.
- Les quatre différentiels géographiques testés donnent en gros les mêmes répartitions territoriales :
 - gains dans l'Albis, l'Unter-Unterland, le Mittel-Weinland, la région de Winterthur, Hinwil ;
 - pertes dans le Thurtal, le Mitteltösstal et la région du Pfäffikersee ;
 - par commune, différentiel max. 1'700 personnes en 2030 (Hinwil).

Un dernier aspect est important à relever en conclusion de cette partie, il s'agit des limites méthodologiques de l'exercice de modélisation réalisé :

- Le calcul est uniquement effectué sur le Canton de Zurich. Il pourrait être étendu à l'ensemble du système de transport de la métropole zurichoise – nous doutons cependant que cela permette d'aboutir à des résultats différents.

- Le calcul est fait globalement : toutes les lignes, toutes les communes sont prises séparément. Il est possible – voire probable – qu'une étude ligne par ligne donnerait des résultats différents, et découperait le territoire zurichois en « tranches de gâteau » relativement indépendantes les unes des autres.
- Il serait également possible, puisque nous disposons des matrices communales complètes, d'effectuer des analyses de régression géographiquement pondérées. Cela aurait l'avantage d'éliminer la simplification introduite par le postulat de départ, à savoir la mesure du temps de parcours au centre, et à lui uniquement.

4. CONCLUSIONS GÉNÉRALES

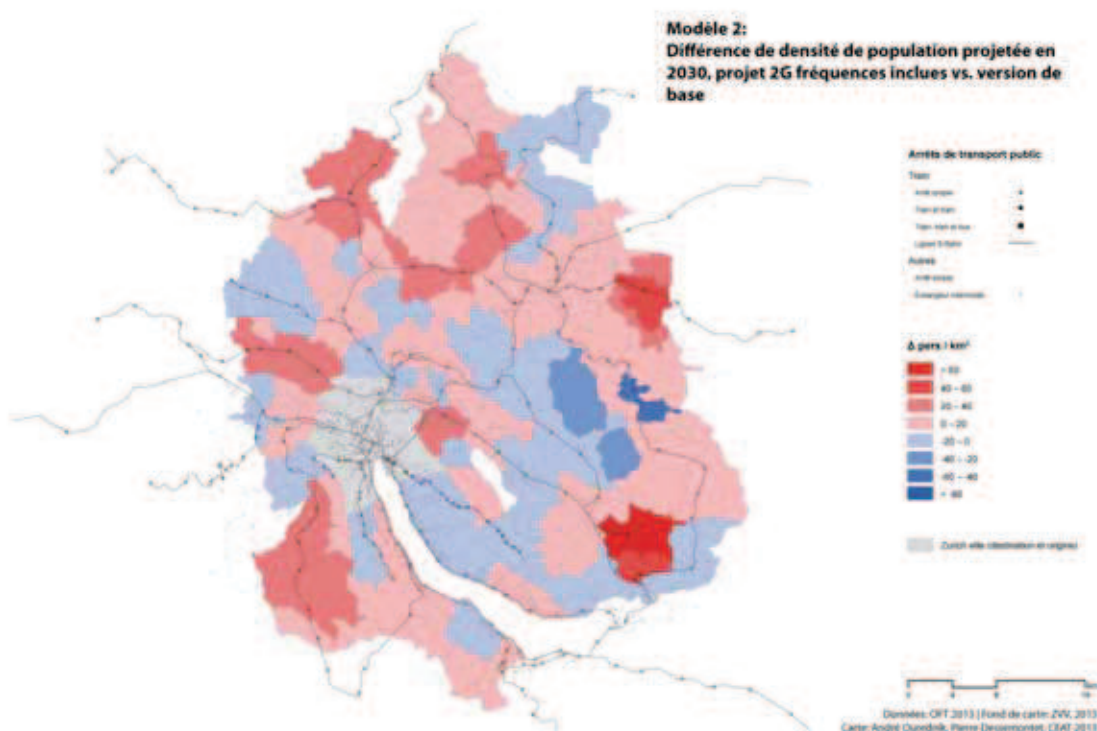
Le projet 2G du S-Bahn Zurichois est-il de nature à encourager la dispersion spatiale ? L'ensemble de l'étude que nous avons menée avait pour but de le déterminer. Le projet 2G développé par la communauté tarifaire zurichoise, prévoit de segmenter l'exploitation du réseau de S-Bahn de Zurich en deux zones concentriques : la zone interne continuerait de fonctionner comme à présent ; dans la zone externe, les gares seraient desservies en totalité jusqu'à arriver à la limite entre les deux zones, puis les convois se rendraient ensuite directement à la gare centrale de Zurich, sans desservir les stations de la zone interne. L'effet en serait un net raccourcissement des distances-temps entre la couronne éloignée et le centre, ainsi qu'entre toutes les relations devant passer par le centre.

Il résulte théoriquement de ce nouveau mode d'exploitation qu'il améliore l'accessibilité des localités les plus éloignées géographiquement du centre de la métropole zurichoise et encourage par ce biais l'étalement urbain.

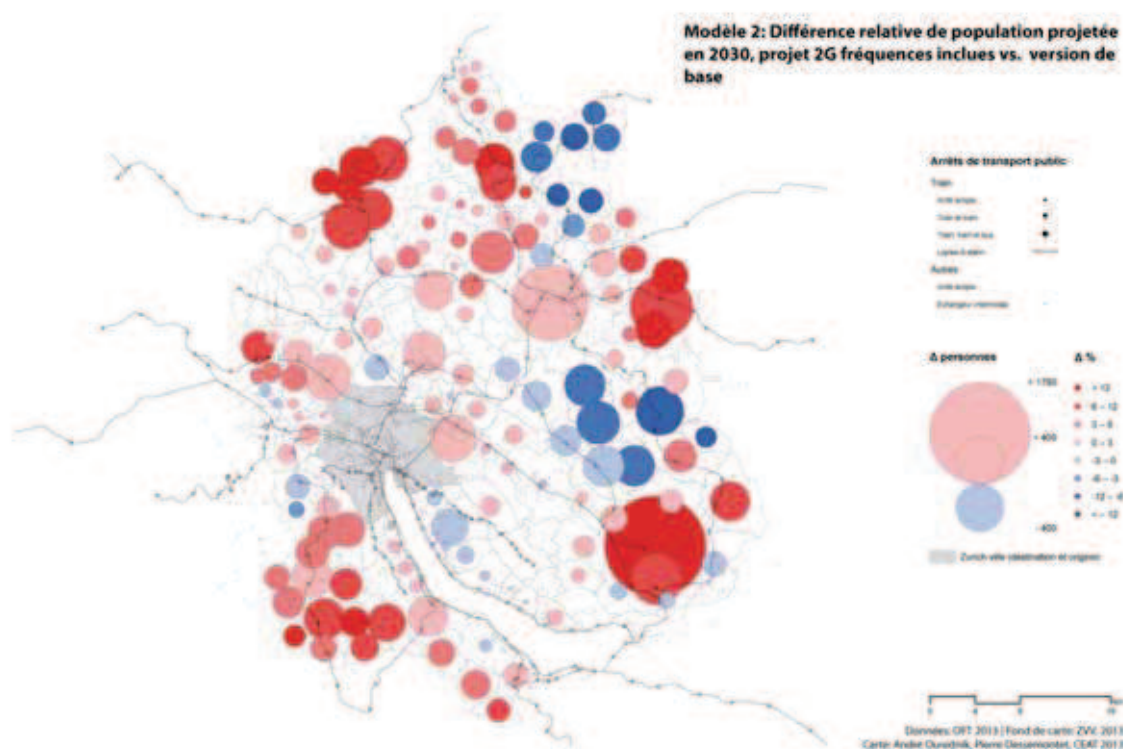
La littérature scientifique sur le sujet indique que la modification des conditions des transports publics (horaire, distance – temps et coût) a généralement des effets mesurables sur le volume des flux de transports et leur répartition modale. La littérature récente met en particulier en évidence l'importance croissante du confort dans l'utilisation du train. L'impact croissant du confort est lié au fait que le temps de déplacement peut désormais être plus facilement utilisé que par le passé, grâce aux téléphones, tablettes et autres ordinateurs portables. Lorsque le confort en train est assuré, cela permet un transfert modal de l'automobile vers le train, en particulier pour des déplacements de plus de 10 kilomètres. Parallèlement, plusieurs travaux récents montrent également que la comparaison des temps de déplacements a tendanciellement moins d'importance que par le passé dans le choix d'utiliser un moyen de transport plutôt qu'un autre, et notamment pour le train. Lorsqu'une offre ferroviaire est confortable, il n'est pas rare que l'utilisateur accepte désormais de passer plus de temps quotidiennement à se déplacer et qu'il se déplace plus loin, en devenant pendulaire de longue distance par exemple. Dans la mesure où il améliore l'accessibilité de localités éloignées du centre de Zurich, le projet 2G induira très probablement de tels comportements.

Concernant le développement territorial, la littérature montre que l'amélioration de l'accessibilité en transports individuels ou en transports collectifs a des effets sur l'urbanisation, mais que ceux-ci ne sont pas mécaniques. Les effets d'une modification de l'offre de transport sont fortement influencés par les conditions cadre du contexte dans lequel ces modifications ont lieu. La recherche indique que les investissements dans les infrastructures ont un effet sur l'usage du sol surtout dans les contextes où l'économie est forte et où il y a une forte pression sur le foncier, ce qui est le cas du Canton de Zurich. Plusieurs études ont en particulier démontré que suite au développement d'infrastructures de transport reliant le centre à la périphérie, le taux de croissance de la population est le plus fort là où le gain d'accessibilité est le plus élevé. Ceci étant dit, plusieurs recherches montrent que dans un contexte où l'offre de transport est déjà fortement développée, les améliorations de l'accessibilité en transports publics n'ont qu'un effet moindre sur la localisation. Dans le cas de Zurich, ce constat mérite d'être fortement considéré étant donné qu'en parallèle au S-Bahn, le réseau routier est fortement développé favorisant une accessibilité forte à la majeure partie du territoire. Deux des études recensées dans notre état de l'art suggèrent en outre que les gains en accessibilité, en augmentant la valeur du foncier, poussent certaines catégories de la population à aller chercher encore plus loin des logements meilleur marché.

Les modélisations réalisées des effets du projet 2G sur la croissance urbaine rejoignent largement les constats effectués dans la littérature scientifique. L'accessibilité a été mesurée comme étant le temps de parcours en direction de la gare centrale de Zurich (Zürich HB) et les temps de parcours ont été mesurés aussi bien en transports publics qu'en transports individuels motorisés. Les six modèles testés donnent donc des résultats largement similaires: la population modélisée varie entre 1.149 mio et 1.162 mio d'habitants dans le Canton de Zurich (hors la ville) pour 2030, soit une variation de 1% environ. Cela permet de conclure que, globalement, les effets du projet 2G ne sont pas majeurs sur le territoire du Canton de Zurich. Les cartes 26 et 27 présentent respectivement le différentiel de densité de population projetée par commune en 2030 avec ou sans le projet 2G (en tenant compte des fréquences de passage).



Carte 26



Carte 27

L'objectif général de la présente recherche était de déterminer s'il existe un effet mesurable et démontrable entre l'évolution de l'accessibilité d'une localité donnée vers le centre d'une métropole et le développement de cette localité. Pour le cas du projet 2G à Zurich, la réponse est clairement positive, même si les effets territoriaux restent modestes à l'échelle du Canton de Zurich.

Ainsi, le projet S-Bahn 2 G n'aura probablement que peu d'impact sur la structure du territoire cantonal zurichois, même s'il contribue à une certaine redistribution de la croissance. Au vu de nos analyses, deux éléments sont décisifs dans l'impact modeste du projet 2G sur la croissance urbaine du Canton de Zurich : (1) Le fait que le développement territorial dans le Canton de Zurich est fortement contraint par le Plan directeur cantonal qui détermine la localisation et le rythme de croissance des zones à bâtir. (2) Le fait que les transports publics, s'ils peuvent favoriser un étalement vers la périphérie, tendent néanmoins à favoriser un développement plus dense autour des gares.

En conséquent, les effets du S-Bahn 2 G risquent de se faire sentir de manière plus forte dans certains cantons voisins qui possèdent de plus grandes réserves de zones à bâtir à meilleur prix. Ces périphéries plus éloignées ont le plus fort potentiel de croissance tout en offrant suite au développement des transports aussi un gain de temps de parcours. Le cadre de cette étude ne permet cependant pas de mesurer ces effets.

5. RÉFÉRENCES

Aring J., 1999. *Suburbia-Postsuburbia-Zwischenstadt*. Hannover (ARL-Arbeitsmaterial 262).

Bizer K., Ewringmann D., 1999. « Abgaben in der Flächennutzung - Charges in area utilization » in : *Informationen zur Raumentwicklung*, Jg, Heft 8 : 511-519.

Apel D., Henckel D. u.a., 1995. *Flächen sparen, Verkehr reduzieren : Möglichkeiten zur Steuerung der Siedlungs- und Verkehrsentwicklung*. Difu-Beiträge zur Stadtforschung 16, Berlin : Deutsches Institut für Urbanistik.

Apel D., 2001. *Szenarien und Potentiale einer nachhaltig flächensparenden und landschaftsschonenden Siedlungsentwicklung*. Forschungsbericht 297 11 141, Berlin : Erich Schmidt Verlag.

Bailly A., Pellegrino P. and others, 2000. « Large-scale infrastructure, quality of life, and urban form : the urban policies of Geneva and Zurich under Scrutiny », in Premzl V. (ed by.), *Large-scale infrastructure and quality of urban shape. Final Report*. Cost Action C2, Brussels : European Commission, Directorate-General for Research, pp. 108-123.

Banister D., Berechman J., 2000. *Transport Investment and Economic Development*, London : Routledge.

Batty M., Chin N. Besussi E., 2002. *State of the Art Review of Urban Sprawl Impacts and Measurement Techniques*. Deliverable 1 : Work package 1 *Sprawling Cities And TransportT : from Evaluation to Recommendations*.

Batty M., Besussi E., Chin N., 2003. *Review of measures aiming to tackle urban sprawl*. Deliverable 4.1 : Work package 4, Task 4.1. *Sprawling Cities And TransportT : from Evaluation to Recommendations*.

Beck L., Thoma M., Haase R., Eugster CH., Diggelmann H., 2012. *Logements à prix modérés à l'aide de mesures d'aménagement du territoire ? Analyse d'impact et recommandations*. Berne : Office fédéral du logement.

Belzer D., Autler G., 2002. *Transit oriented development : Moving from rhetoric to reality*. Washington DC : Brookings Institution Center on Urban and Metropolitan Policy.

Bruegmann R., 2008. « Point : Sprawl and accessibility », *Journal of Transport and Land Use* 1 (1) : 5-11.

Bundesamt für Raumentwicklung, 2013. *Abstimmung von Siedlungs und Verkehr*. Bern : ARE.

Bundesamt für Raumentwicklung, Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) (2007a). *Räumliche Auswirkungen der Verkehrsinfrastrukturen. Lernern aus der Vergangenheit für die Zukunft. Synthesebericht*. Bern : ARE, UVEK.

Bundesamt für Raumentwicklung, Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) (2007b). *Räumliche Auswirkungen der Verkehrsinfrastrukturen. Materielle Evaluation der Fallstudien. Schlussbericht*. Bern : ARE, UVEK.

Bundesamt für Raumentwicklung, Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK), *Le futur des transports*, Forum du développement territorial, 1, 2006.

- Centre de Prospectives et de Veille Scientifique, 1999. « Maitriser l'étalement urbain : une première évaluation des politiques menées dans quatre pays », in *2001 PLUS*, n° 49.
- Cervero R., 1984. « Journal Report : Light Rail Transit and Urban Development », *Journal of the American Planning Association*, 50(2) : 133–147.
- Cervero R., Landis J., 1997. « Twenty years of the Bay Area Rapid Transit system : Land use and development impacts », *Transportation Research Part A*, 31(4) : 309-333.
- Cervero R., 1998. *The Transit Metropolis : A Global Inquiry*, Washington D.C. : Island Press.
- Cervero R., Wu K.-L., 1998. « Sub-centring and commuting : evidence from the San Francisco bay area, 1980-90 », *Urban Studies*, 35 (7) : 1059-1076.
- Conférence européenne des ministres des transports, 2002. *Politiques spatiales et transports : le rôle des incitations réglementaires et fiscales (Royaume-Uni, Italie, Allemagne, Etats-Unis)*. Table Ronde 124.
- Cervero R., Duncan M., 2002. « Rail's Added Value », *Urban Land* 61, (2) : 77-84.
- Clifford S., Blackledge D., May T., Jopson A., Sessa C., Haon S., 2005. *PLUME – Planning and Urban Mobility in Europe : Final Report*. Lichfield, UK : Transport & Travel Research Ltd.
- Dabinett G., 1998. « Realising regeneration benefits from urban infrastructure investment : lessons from Sheffield in the 1990s », *Town Planning Review*, 69 : 171-189.
- Dabinett G., Gore T., Haywood R., Lawless P., 1999. « Transport investment and regeneration. Sheffield : 1992–1997 », *Transport Policy*, 6(2) : 123-134.
- DoE/DoT (Department of the Environment / Department of Transport), 1995. *PPG13 : A Guide to Better Practice*. HMSO.
- Emerson D., 1990. « Framework for analyzing the impact of fixed-guideway transit projects on land use and urban development », *Transportation Research Record*, 1274 : 150-155.
- Erath A., 2007. « Der Einfluss von Mobility Pricing auf den Besitz von Mobilitätswerkzeugen und die Wohnstandortwahl », *Jahrbuch der Schweizerischen Verkehrswirtschaft*, St. Gallen : Institut für Öffentliche Dienstleistungen und Tourismus, Universität St.Gallen, pp. 43-72.
- Erne S., 2007. *Einfluss der Erreichbarkeit auf die Raumnutzung am Beispiel des Grossraums Zürich*. Zürich : NSL ETH Zürich : Masterarbeit Nachdiplomstudium MAS Raumplanung.
- Ernst Basler + Partner AG, 2008. *Wie weiter mit den Verkehr ? Strategien zur Verbesserung der Zürcher Mobilität*. Zürich : Zürcher Kantonal Bank.
- European Commission, 2000. *COST Action C2, Impacts of Major Transport Infrastructures on the Quality of Urban Shape, European Case Studies*. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities.
- Fahrländer S., Blare D., Kellerhals C., de Perrot O., Stollmann J., Felsberger C., Valsecchi A., Abplanalp W., Affolter P., 2012. *La construction de Logements Locatifs « à prix avantageux » est possible : défis, perspectives et approches pour le développement de projets dans le contexte concurrentiel de sites centraux*. Granges : Office fédéral du logement, Zurich : Halter unternehmungen ; pensimo management.

Gayda S., Haag G., Besussi E., Latuso K., Noël C., Martino A., Moilanen P., Dormois R., 2005. *Scatter : Sprawling Clties and Transport : from Evaluation to Recommendations, Summary Report*, 2005.

Glauser A., 2013. « Hochhäuser in London und Paris : Lehren für die Schweiz » in *Swiss Real Estate Journal*, 6 : 24-28.

Gout P., 2004. *Munster case study*, Conference « Architectures du transport : Territoires en mutation », Paris : IPRAUS - Ecole d'architecture de Paris-Belleville.

Guerrieri A., 2011. *La maitrise foncière des villes : un levier pour la qualité urbaine et la durabilité*. Master en études avancées en urbanisme durable, Lausanne : Faculté des géosciences et de l'environnement, Université de Lausanne.

Hall P., Marshall S., 2002. *The Land-use Effects of « the 10th years plan*. Technical report, Southampton, UK : Independent Transport Commission.

Handy S., 2005. « Smart growth and the transportation - Land use connection : What does the research tell us ? », *International Regional Science Review*, 28 (2) : 146-167.

Heye C., Fuch S., 2013. « Auswirkungen der Zuwanderung auf den Wohnungsmarkt im Kanton Zürich », *Swiss Real Estate Journal*, 6 : 17-23.

Huffman F. E., Nelson A. A., Smith T. M., Stegman M. A., 1998. « Who Bears the Burden of Development Impact Fees ? », *Journal of the American Planning Association*, 54(1) : 9-55.

Huissoud Th. et al., 1999. Structures et tendances de la différenciation dans les espaces urbains en Suisse. Berne: Rapport de recherche FNRS no. 145.

Ilg P., 2013. *Private Hauseigentümer : Der schlafende Riese im Mietwohnungsbau : Eine empirische Untersuchung zur Aktivierung der Potenziale in der Stadt Zurich*. Zürich : Swiss Real Estate Institute.

Ilg P., 2013. « Entdichtung in Städten am Beispiel von Zürich », *Swiss Real Estate Journal*, 6 : 11-15.

Institut für Raum- und Landschaftsentwicklung der ETH Zürich (ETH-IRL), 2007. *Raumplanung und Raumentwicklung in der Schweiz, Beobachtungen und Anregungen der internationalen Expertengruppe*. Zürich : ETH-IRL.

Ismaier F., 1999. « Siedlungsstrukturelle Lenkungswirkungen der Wohnbauförderung. Analyse am Beispiel des Landes Salzburg », *SIR-Mitteilungen und Berichte*, 27 : 71-76.

Jakubowski P., 2007. *FOPS 73.0325/2004 : Wirkungen fiskalischer Steuerungsinstrumente auf Siedlungsstrukturen und Personenverkehr vor dem Hintergrund der Nachhaltigkeitsziele der Bundesregierung*, ENDBERICHT (Stand 13.09.2007), Bonn : Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR).

Joly I., 2005. *L'allocation du temps au transport – De l'observation international des budgets-temps de transport aux modèles de durée*. Thèse de doctorat. Université Lyon 2, Lyon.

Joly I., Littlejohn K., Kaufmann V., 2006. *La croissance des budgets temps de transport en question : nouvelles approches*. Rapport Final LET – LaSUR, Lyon & Lausanne.

Kälin A., 2013. « Die Stadt Zürich baut auf ihre Reserve », *Neues Zürcher Zeitung*, 24. Octobre 2013.

Kaufmann V., 2002. « Temps et pratiques modales : le plus court est-il le mieux ? » *Recherche Transport Sécurité (RTS)*, n° 75, pp. 131-143.

- Kaufmann V., 2008. *Les paradoxes de la mobilité*, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne.
- Knapp G., Ding C., Hopkins L., 2001. « Do Plans Matter ? The Effects of Light Rail Plans on Land Values in Station Areas » *Journal of Planning Education and Research*, 21 : 32-39.
- Knight R., 1980. « The impact of rail transit on land use : Evidence and a change of perspective », *Transport*, 9(1) : 3-16.
- Lehmann N., Scherrer M., 2013. « Verdichtungsreserven – die Nadel im Heuhaufen », in *Swiss Real Estate Journal*, 6 : 4-9.
- Liner M., 2004. *Die Bodenbesteuerung in der Schweiz : aktueller Zustand : Vorstellung der Instrumente öffentlichen Baurecht, Bodenwertsteuer und Mehrwertabschöpfung*, Jungbund für natürliche Wirtschaftsordnung (Schweiz), INWO.
- Mackett R. L., Edwards M., 1998. « The impact of new urban public transport systems : will the expectations be met ? », *Transportation Research Part A : Policy and Practice*, 32 (4) : 231-245.
- Maggi R., Geninazzi A., 2010. *Playdoyer für eine nachhaltige Verkehrspolitik*. Zürich : Avenir Suisse.
- Maibach M., Sutter, D., 2012. « Die Kosten der Zersiedlung zahlt die Allgemeinheit », *Forum Raumentwicklung*, Bundesamt für Raumentwicklung, Eidgenössisches Department für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation, Bern, pp. 16-18.
- Marshall S., Banister D., 2000. « Travel reduction Strategies : Intentions and outcomes », *Transportation Research A*, 34 (4) : 321-338.
- Matthey M., 2012. « Approche conjointe de la planification des transports et de l'aménagement du territoire », *Forum du développement territorial* 2 : 39-41.
- May A.D., Still B.G., 2000. *Instruments of Transport Policy*. Working Paper 545, Leeds : Institute of Transport Policy, University of Leeds.
- Meijers E., Leitjen M., Louw E., Spaams M., 2012. « Connecting the periphery : distributive effects of new infrastructure », *Journal of Transport Geography*, 22 : 187-198.
- Meissonnier J., 2001. *Provinciliens : les voyageurs du quotidien*. Editions de l'harmattan, Paris.
- Moser P., 2007. « Pendelstrukturen im Großraum Zürich : Entwicklungen und Perspektiven », *Informationen zur Raumentwicklung*, Heft 2/3 : 131-139.
- Müller-Jentsch D., Rühli L., 2010. *Raumplanung zwischen Vorgabe und Vollzug*. Zürich : Avenir Suisse.
- Müller-Jentsch D., 2013. *Mobility Pricing : Wege zur Kostenwahrheit im Verkehr*. Zürich : Avenir Suisse.
- Munafò S., Christie D., Vincent-Geslin S., Kaufmann V., 2012. *Typologie et évolution des logiques de choix modal chez les actifs motorisés urbains, Etude comparée des agglomérations de Genève, Lausanne, Berne et Yverdon-les-Bains*. Cahiers du LaSUR/OUM, Lausanne, Genève.
- Munafò S. et al., 2013. *La mobilité des genevois et des vaudois*. Cahiers du LaSUR/OUM, Lausanne, Genève.
- Nash A., Sylvia R., 2001. *Implementation of Zürich's Transit Priority Program*, Rapport de recherche. Mineta Transportation Institute, San José State University, San Jose, USA.

Nash Ch., Matthews B., Granero P., Marler N., 2001. *Design of new financing Schemes for urban public Transport - the role of private finance*. Paper presented at THREDBO7 2001 : Molde, Norway, Leeds : Institute for Transport Studies, University of Leeds.

Nelson A. C., 2002. « Comment on anthony down's " have housing prices risen faster in Portland than elsewhere ?" », *Housing Policy Debate*, 13 (1) : 33-42.

Olaru D., Smith B., Taplin J.H.E., 2011. « Residential location and transit-oriented development in a new rail corridor », in *Transportation Research Part A : Policy and Practice*, 45 (3) : 219–237.

Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), 2002. *OECD Prüfbericht Raumentwicklung Schweiz*. Paris : OECD.

Offner J.-M., 1993. « Les " effets structurants " du transport : mythe politique, mystification scientifique », *L'espace géographique*, n° 3.

Offner J.-M., 1997. « Transports et urbanisme : un régime matrimonial ambigu », *Les cahiers du génie urbain* 25.

Parsons, Brinckerhoof, Quade, and Douglas Inc. 1996. *Report 16 : Transit and urban form*, Washington, D.C : National Academy Press.

Pauley N., Pedler A., 2000. *Integration of Transport and Land-Use Planning : Final Report*. Crowthorne, UK : Transport Research Laboratory.

Pill J., 1988. « Toronto : Thirty years of transit development » in Attoe W. (Ed). *Transit, Land Use and Urban Form*. Austin : University of Texas Press, pp. 57–62

Rapp Trans AG, 2007. *Mobility Pricing Synthesebericht*. Bern : Bundesamt für Strasse, Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK.

Raumdaten GmbH, 2013. *Im Wohnungs-neubau ist Umdenken gefordert*. Zürich : Raumdaten.

Rocci A., 2007. *De l'automobilité à la multimodalité ? Analyse sociologique des freins et leviers au changement de comportements vers une réduction de l'usage de la voiture. Le cas de la région parisienne et perspective internationale*. Thèse de doctorat Université de Paris 5.

Sammer G., Klementsitz R., Roider O., 2003. *Transecon – Final Report*. Vienna : Institute for Transport Studies – University of Vienna.

Scherer R., Zumbusch K., Schwanke K., Walser M., 2011. *Die raumwirtschaftliche Bedeutung des Pendelns in der Schweiz Kurzgutachten im Auftrag des BAV zum aktuellen Stand der Forschung*, St-Gallen : Institut für Öffentliche Dienstleistungen und Tourismus, Universität St.Gallen.

Scherr N., 2013, « Das Ziel Verdichtung wird Verfehlt », *Mieten and Wohnen* 7 : 8-9.

Schuler M., Kaufmann V., 1996. « Pendularité à longue distance, la vitesse des transports comme facteur structurant de l'urbain », in *DISP* n° 126, 3-10.

Schuler M., Kaufmann V., 2005, « Les transports publics à l'épreuve des mutations de la pendularité – Comparaisons diachroniques sur la base des résultats des recensements fédéraux de 1970, 1980, 1990 et 2000 », in *DISP* n° 161, 40-50.

Schürmann C., Spiekermann K., 2011. *Räumliche Wirkungen von Verkehrsprojekten. Ex-post Analysen im stadtreionalen Kontext*. BBSR-Online-Publikation 02/2011. Bonn : Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR).

- Schwanen T., Dieleman F. M., Dijst M., 2001. Travel behaviour in Dutch monocentric and polycentric urban systems, *Journal of Transport Geography*, 9(3) : 173-186.
- Sinz M., Blach A., 1994. « Peneldistanzen als kriteriumsiedlungsstruktureller Effizienz », *Information zur Raumentwicklung*, pp. 465-480.
- Snellen D., 2001. *Urban form and activity-travel patterns : an activity-based approach to travel in a spatial context*. Eindhoven : TU Eindhoven, Faculteit Bouwkunde.
- Stadtentwicklung Zürich, 2012. Befragung der Weg-und Zuziehenden in der Stadt Zürich 2012. Zürich : Stadt Zürich.
- Su Q., DeSalvo J. S., 2008. « The Effect of Transportation Subsidies on Urban Sprawl », *Journal of Regional Science*, 48 : 567-594.
- Synergo, 2004. *Effets territoriaux du RER de Zurich – Analyse ex-post. Résumé*. Berne : Office fédéral du développement territorial.
- TRANSPLUS, 2003. *Final Report : Achieving Sustainable Transport and Land Use with integrated policies*, Rome : ISIS.
- Tscharaktschiew S., Hirte G., 2012. « Should subsidies to urban transport be increased ? A spatial CGE analysis for a German metropolitan area », *Transportation Research Part A* 46, 285-309.
- velo : consult, 2009. *Veloförderprogramm des Kantons Zürich*, Zurich : Volkswirtschaftsdirektion des Kantons Zürich.
- Vincent Geslin S., Kaufmann V., (dir.) 2012. *Mobilité sans racines*. Descartes et Cie, Paris.
- Walmsley D., Perret K., 1992. *The effects of rapid transit on public transport and urban development. Technical report*. London : HMSO.
- Wegener M., 1995. « Accessibility and development impacts » in Banister D. (Ed.) : *Transport and Urban Development*. London : Chapman & Hall, 157-161.
- Wegener M., Fürst F., 1999. *Land-Use Transport Interaction : State of the Art*. Berichte aus dem Institut für Raumplanung 46. Dortmund : Institut für Raumplanung, Universität Dortmund.
- Zahavi Y., Talvitie A., 1980. « Regularities in Travel Time and Money Expenditure », in *Transportation Research Record*, 750, 13-19.

Documents officiels

- Amt für Raumentwicklung, 2013. *Kanton Zürich Richtplan*. Zürich : Amt für Raumentwicklung (en procédure d'approbation).
- Amt für Verkehr, 2006. *Gesamverkehrskonzept des Kantons Zürich*. Zürich : Amt für Verkehr.
- Amt für Verkehr, 2005. *Agglomerationsprogramm siedlung und verkehr Kanton Zürich – synthesebericht der regionalen gesamverkehrskonzepte*, Zürich : Amt für Verkehr.
- Bundesrat, 2001. *Agglomerationspolitik des Bundes, Bericht des Bundesrates*. 19 Dezember.
- Eggenberger M., Trachsler M., 2005. *Grundlagen Siedlung und Verkehr Zürich und Umgebung*. Broschüre, N° 104, Zürich : Regionalplanung Zürich und Umgebung.

Entretiens

Dr. Wilfried Anreiter, Leiter Abteilung Gesamtverkehr, Amt für Verkehr Volkswirtschaftsdirektion des Kantons Zürich (30.10.2013).

Herr Felix Blindenbacher, Kreisplaner Glattal und Stadt Zürich, Amt für Raumentwicklung des Kantons Zürich (21. 10. 2013).

6. ANNEXE I

Bonnes pratiques dans le contexte international

Le tableau ci-dessous synthétise les différentes mesures possibles visant à limiter l'étalement urbain et favoriser une densification vers l'intérieur. Il repose non seulement sur l'évaluation de pratiques en place en Europe, mais aussi sur des études par simulation et sur des mesures discutées dans la littérature mais dont l'impact n'a pas été évalué. Plusieurs types de politiques sont discutés touchant à la gouvernance, à l'urbanisation, au foncier, au logement et au transport. Ce tableau ne prétend pas être exhaustif, car il se base sur la littérature trouvée. Il se centre par ailleurs surtout sur les questions d'actualité dans le contexte zurichois, et non sur la situation des cantons voisins. Une brève évaluation du potentiel de ces mesures est donnée lorsque des études existent.

Coordination au niveau régional			Potentiel et limites
Mesures	Description / exemples		
Planification régionale de l'urbanisation	Pays-Bas, Danemark Allemagne : Schéma régional contraignant (Hanovre, Munich, Stuttgart)	La mise en œuvre d'une urbanisation plus compacte et de densités de construction supérieures tout en limitant l'implantation désordonnée de l'habitat suppose une utilisation plus raisonnée des ressources spatiales. Ce qui suppose aussi une gestion de ces ressources au niveau régional. Les politiques visant à délimiter strictement le territoire d'urbanisation doivent être pensées au niveau régional pour éviter un effet de report. Ceci est déjà pratiqué aussi bien aux Pays-Bas, qu'au Danemark et dans certaines régions d'Allemagne (Apel & al., 2000 : 211-223). En Suisse, les projets d'agglomération et l'usage qui est fait du Plan directeur dans le Canton de Zurich s'inscrivent dans cette logique. Ceci étant dit, la métropolisation de la région zurichoise rend de plus en plus nécessaire une coordination au niveau de la métropole des politiques d'aménagement du territoire. De fait, l'étalement urbain semble pouvoir se poursuivre surtout dans les cantons voisins qui ont des législations moins strictes.	
Planning partnership EAST - Vienne	Partenariat volontaire entre trois États	L'objectif principal est de dépasser les profondes divergences entre les concepts d'aménagement du territoire des trois États et d'harmoniser les objectifs en terme de développement spatial. Les questions de transport, de protection des espaces verts, de la définition des principes pour le développement et la construction sont au centre de cette collaboration. Le plus important résultat a été le concept d'urbanisation pour la région Est en 1995 (SKO, Siedlungspolitisches Konzept Ostregion) qui promeut le principe de concentration décentralisée coordonnée dans ces trois États.	

Mesures	Potentiel et limites
<p>Taxe sur l'impact des nouveaux développements</p> <p>« Impact development fee »</p>	<p>Cette taxe sur l'impact du développement est surtout utilisée aux Etats-unis pour couvrir le coût de développement de nouvelles infrastructures. Dans le cadre du projet SCATTER, l'application de cette taxe pour les logements construits en dehors des zones urbaines en parallèle à une réduction de la taxe pour les logements construits en zone urbaine contribue à concentrer la population dans les zones urbaines (Gayda & al., 2005 : 31, Conférences européenne des ministres des transports, 2002). Un enjeu est cependant de pouvoir appliquer cette taxe au niveau régional, sinon les municipalités peuvent ne pas jouer le jeu pour rester compétitives. Une autre question est de savoir qui paie : le promoteur, le propriétaire foncier ou l'acheteur des nouveaux logements. Bien souvent les promoteurs font payer le coût aux acheteurs soit par une moindre qualité de l'habitat soit par des prix plus élevés (Huffman & al., 1998). Peu d'études empiriques existent cependant sur la question. Un politique complémentaire de soutien à la construction de logements accessibles peut être nécessaire.</p> <p>Un autre outil est de demander une contribution aux promoteurs pour le financement des infrastructures en échange de laquelle ils auront l'autorisation de développer. Dans certaines villes, cette approche a été utilisée pour financer les nouveaux transports publics (Leith dockside à Edinburgh ou Hounslow dans l'Ouest de Londres (Nash & al., 2001).</p>
<p>Imposition du foncier / de la surface utilisée</p>	<p>Dans le contexte allemand, Apel & al. (2000) notent que la taxe sur la propriété, étant donné son faible taux, ne favorise pas l'investissement et a un impact négatif sur le marché du foncier et sur le développement des centres. La propriété foncière étant seulement liée à des coûts d'opportunité ; il n'y a pas d'incitation économique à un usage optimal du sol. Apel & al. (2000) émettent plusieurs recommandations dans le contexte allemand basées sur des simulations.</p> <p>Imposition des terrains non construits à leur valeur vénale.</p> <p>Passage de l'impôt foncier à l'impôt sur la valeur vénale du foncier. Dans ce dernier cas, la surface du foncier est multipliée par la valeur d'échange qui est proche de et suit la valeur sur le marché. Un impôt sur la valeur vénale du foncier permet de rendre à la communauté une partie de la plus-value fortement liée aux développements financés par la collectivité. Un tel impôt pourrait aussi avoir un impact écologique important. Cela rendrait plus cher la thésauroisation et donc favoriserait une construction plus rapide des terrains disponibles. Cela favoriserait une exploitation maximale des parcelles, favorisant ainsi une densification plus forte et des constructions économes en matière de surface. Cela pourrait aussi, en augmentant le nombre de terrains disponibles dans le centres, faire baisser le prix du foncier et donc faciliter la construction de logements sur ces terrains. Cela inciterait par ailleurs à un bon entretien des bâtiments. (Apel & al., 2000 : 243-244 ; voir aussi Liner, 2004 pour une discussion dans le contexte suisse).</p> <p>Flächennutzungssteuer / Impôt sur la surface utilisée (Bizer & Ewringmann, 1999).</p> <p>Impôt calculé sur la base de la surface consommée par le bâti. L'objectif étant de limiter l'imperméabilisation du sol.</p> <p>Combinaison de l'impôt sur la valeur vénale du foncier avec un impôt sur la surface au sol</p> <p>L'impôt sur la surface vise à favoriser un usage économe du sol, point sur lequel le premier impôt sur la valeur vénale n'agit pas de façon optimale. Le rapport entre ces deux impôts doit être adapté à l'objectif recherché qui varie selon les zones d'habitat (Apel & al., 2000 : 248).</p> <p>Changement de l'impôt sur l'acquisition foncière en un impôt sur la surface consommée. Impôt qui serait basé non seulement sur la surface consommée, mais qui varierait selon la localisation de cette surface et l'état de la surface consommée (zones industrielle vs nature). Cela permettrait de diriger la localisation des activités de construction.</p>

		Mesures	Description / exemples	Potentiel et limites
Politiques d'urbanisation		« Ceinture verte »	Plan directeur ZH Copenhague Vienne Au États-Unis une variation de cette mesure existe intitulée « urban growth boundary ». ¹	<p>Cette mesure pour être efficace nécessite un système de planification fort, une approche régionale et des politiques complémentaires, pour favoriser la densification des centres et le développement des centres en périphérie.</p> <p>Un impact problématique est qu'elle rend le foncier plus rare et donc plus cher (Batty & al, 2003 : 19-20). Nelson (2002) souligne le besoin de politiques complémentaires pour augmenter l'offre de logements que ce soit en augmentant la densité permise ou en accélérant les procédures d'autorisation de construire. Si une construction plus dense permettrait de remédier en partie au renchérissement du foncier, cela n'est valable que dans un contexte où la demande de logement reste la même. Cet enjeu est clairement présent dans le contexte zurichois, tout comme le fait que l'étalement tend, dès lors, à se poursuivre dans les cantons voisins.</p> <p>Les restrictions au développement sur les sites indésirables doivent donc être accompagnées d'une politique offensive en matière foncière et d'offre sur les sites voulus pour éviter le renchérissement des tarifs fonciers et une migration vers la périphérie.</p>
		Gestion communale des surfaces	Gestion active des surfaces pour assurer un développement vers l'intérieur	Cette politique recommandée par des études allemandes est déjà pratiquée à Zurich (Müller-Jentsch 2010), ainsi que dans d'autres villes suisses (Bâle, Bienne). Il y a aussi le projet Raum + qui vise à favoriser une gestion optimale des réserves de zone à bâtir (http://www.irl.ethz.ch/re/cooperation/index).
		Densification du bâti existant	Modification du cadre légal pour favoriser une plus grande densité	Un enjeu important dans le contexte zurichois est la densification de l'existant, ce qui implique souvent une modification de la zone dans le plan d'affectation. Dans le cas de la ville de Zurich, notamment, l'ordonnance sur les constructions et les zones limite les possibilités d'élever les immeubles existants ou de densifier l'existant (Lehmann & Scherrer, 2013 : 11 ; Glauser, 2013). Une étude dans le contexte de la ville de Zurich, qui a un fort potentiel de densification, constate qu'un bonus d'utilisation ainsi que la possibilité de construire plus haut motiverait les petits propriétaires de logements à construire de nouveaux logements. Dans cette optique la révision de l'ordonnance sur les constructions et les zones de la ville de Zurich est un élément important (Ilg, 2013). Cependant sa dernière révision est critiquée pour ne pas suffisamment favoriser le changement de zone (Kálin A., 2013).
		Mixité et ville des trajets courts	La mixité est promue afin de réduire l'usage de la voiture et favoriser les modes doux en réduisant	Cette politique est mise en œuvre à Zurich dans le cadre des nouveaux développements. Elle vise surtout à limiter les besoins de déplacement. Ceci étant dit, bien que ces politiques doivent accroître l'accessibilité, il y a très peu d'évidences que les usagers en pratique se rendent dans les bureaux situés proches de leur maison. Snellen (2001), dans le contexte hollandais, constate par ailleurs que les infrastructures les plus proches (commerces et services) sont rarement celles choisies. Il y a donc peu d'évidences concernant l'impact de ce

	les distances à parcourir.	type de stratégie sur le niveau de mobilité. Ceci étant dit, ces politiques favorisent une exploitation plus optimale des infrastructures de transports qui sont utilisées, dès lors, aussi bien dans une direction que dans l'autre.
Quartiers sans voiture	Développement des zones résidentielles avec un accès plus direct aux modes doux (piétons et vélos) et aux TP que au réseau autoroutier.	Certaines villes come Alemere (Pays-bas), Edinburgh, Richmond et Crawley sont perçues comme de bons exemples en la matière (UK Guidance on Good Practice (DoE/DoT, 1995). A Zurich, on observe le développement de quartiers « sans voitures ». Ce modèle est aussi repris dans certaines communes voisines de la ville de Zurich et devrait idéalement se renforcer sur l'ensemble du Canton. Il favorise une plus grande densification des centres. Des études montrent de fait que la qualité du réseau routier influence le choix modal. En comparant neufs villes des Pays-Bas Snellen (2001) constate que la structure radiale tend à favoriser l'usage des TIM. La ville de Houten avec son réseau routier de base et son réseau cyclables dense a encouragé un usage de la voiture 25% en dessous de la moyenne des nouveaux développements en Hollande (Marshall and Banister, 2000).
Amélioration de la qualité de l'habitat dans les centres	Les politiques de requalification urbaine sont importantes pour renforcer l'attractivité des centres comme lieux de résidence.	Il s'agit non seulement d'améliorer la qualité de vie dans certains quartiers, mais aussi de réaménager les zones désaffectées. Dans le contexte zurichois, la qualité de l'habitat en milieu urbain est aussi un enjeu important qui est mis en avant dans le Plan directeur cantonal. Ces mesures selon une étude allemande (Jakubowski, 2007) ont cependant un impact moindre en termes de réduction de la consommation de m2 dans le contexte allemand. Le rapport final de l'étude SCATTER note l'importance du développement de formes alternatives d'habitat dans les centres suite au constat que, parmi les foyers qui quittent les centres, certains préféreraient y rester mais ne trouvent pas de logement ou de quartier satisfaisant en lien à leur besoins (intimité, surface, jardin privé, semi-privé ou collectif, sécurité et espace de jeux, etc.) et leur budget. Le développement d'un habitat au croisement de l'immeuble locatif et de la villa individuelle devrait être développé. L'enjeu ici est de rendre la densité attractive. Des exemples de formes urbaines innovantes existent en Allemagne et en France (Gayda & al., 2005). L'accessibilité de ces logements est aussi un enjeu central pour éviter une gentrification renforcée des centres.

Mesures	Potentiel et limites
Politiques foncières	<p>Mobilisation du foncier</p> <p>La littérature existante souligne la nécessité d'accompagner les restrictions au développement sur les sites indésirables d'une politique offensive en matière foncière et d'offrir sur les sites voulus. Sans quoi la raréfaction des zones à bâtir risque de déboucher sur une augmentation des tarifs fonciers et un départ des ménages privés vers la périphérie plus lointaine (Sinz et Blach, 1994 ; Aring, 1999 ; Appel & al., 2001). Cette question est clairement d'actualité dans le contexte zurichois qui combine limitation de la zone à bâtir et croissance démographique et où le marché de l'immobilier est fortement tendu (Heye & al., 2013). Dans le contexte des agglomérations suisses, les enjeux centraux sont les suivants : s'assurer que le terrain en zone à bâtir soit utilisé (et non thésaurisé) et ce de manière optimale (densité).</p>
	<p>Outils aidant à lutter contre la thésaurisation</p> <p>Des outils de lutte contre la thésaurisation existent en Suisse qui ne sont pas mis en œuvre dans le Canton de Zurich : le remembrement parcellaire, le droit d'emption en faveur des communes, l'engagement contractuel à construire dans un délai, l'imposition des terrains non construits à leur valeur vénale. Ceci étant dit, dans le contexte zurichois, la législation concernant les plans de quartier limite les incitations à la thésaurisation. En effet, lorsque le propriétaire d'une parcelle demande à être connecté au réseau urbain (routes, canalisations, électricité etc.), un plan de quartier est établi. Les parcelles voisines qui sont aussi intégrées dans ce plan de quartier sont aussi connectées. Leur propriétaire doit donc contribuer au coût de ces infrastructures qui peut être relativement élevé. Cela incite souvent ce dernier à construire pour couvrir ces frais.</p>
	<p>Acquisition /transfert de droit de développement, et « land banking »</p> <p>L'acquisition de droits de développement ou leur transfert fonctionnent en appliquant une servitude de conservation au terrain qui est acquis par une fiducie foncière ou une agence de planification (<i>land trust or planning agency</i>). L'acquisition implique l'achat direct auprès des propriétaires fonciers et le transfert implique la création d'une zone préservée et d'une zone pour accueillir le développement. Dans ce cas, les propriétaires fonciers vendent leur droit au développement dans la zone de préservation aux développeurs situés dans la zone à développer. Le « land banking » consiste simplement en l'achat par le gouvernement local de terrain pour usage ou pour revente dans le futur. Ces mesures sont appliquées aux États-Unis quand le contrôle en matière de planification est faible. Elle permet de limiter l'étalement mais a un coût important pour les autorités.</p> <p>En Allemagne, les villes de Munster et Cologne ont une politique foncière ambitieuse. Elles ciblent leur action foncière sur les sites stratégiques de développement et constituent des réserves foncières dans les zones ouvertes à l'urbanisation (la moitié des surfaces constructibles leur appartient). Cette politique a permis de modérer les prix du foncier et proposer la « bonne offre urbaine » « au bon endroit ». Il s'agit d'un outil clé pour maîtriser en particulier le coût du logement dans les secteurs bien desservis par les transports publics.</p> <p>Dans le contexte suisse, la maîtrise foncière voire immobilière des communes est un facteur clé pour orienter ce qui se construit en matière de logement et favoriser ainsi des logements pour tous dans les centres. En Suisse, la ville de Bienne est un bon exemple en la matière (Guerrieri A., 2011).</p>

	Mesures	Potentiel et limites
Politiques de logement	<p>Suppression / modification de l'aide à l'accèsion à la propriété ou à la construction</p>	<p>Une étude allemande du BBSR (2007) constate qu'une telle mesure en Allemagne aurait un impact sensible sur la construction de villas individuelles et de ce fait contribuerait à une consommation de surface plus réduite. L'étude estime cette réduction à 2 hectares par jour (BBSR, 2007), voir aussi Apel & al. sur ce point (2000 : 255).</p> <p>En Autriche, à Salzbourg, l'aide à la propriété a deux niveaux. Des aides plus fortes sont accessibles pour des constructions renforçant la densité. Le niveau de l'aide dépend à la fois de la forme du bâti, mais aussi de la zone. Les aides sont les plus faibles dans les zones rurales. De même, l'aide à la construction de logements évolue selon la situation. Cela aurait conduit à une nette augmentation de la densité dans les quartiers de faible densité (niedriggeschossigen) après l'introduction de la loi (Apel & al., 2000 : 258 ; voir aussi Ismaier, 1999).</p> <p>Apel & al. (2000) suggèrent que la politique de promotion de l'accès à la propriété doit être différenciée selon la localisation et l'objet. Par exemple des bâtiments économiques en surface et denses doivent être plus fortement soutenus. De même le soutien de l'accès à la propriété doit être plus fort, voire au moins équivalent, lorsqu'il s'agit de bâtiments déjà existant (2000 : 259). Les auteurs notent aussi que des constructions fortement consommatrices de surface comme les maisons individuelles ne devraient pas être soutenues quand elles se situent dans des zones faiblement desservies par les TP.</p>
	<p>Conditionnalité pour l'aide à la construction de logements sociaux</p>	<p>L'aide à la construction de logements sociaux en Rhénanie du Nord-Westphalie est liée à certaines conditions (desserte par les transports publics ; aide plus forte selon la localisation du terrain ; octroi lié au respect d'une certaine superficie). L'impact est cependant limité et les possibilités d'amélioration ne doivent pas être surestimées (CEMT, 2002 : 39).</p> <p>Dans le Canton de Zurich, le parlement a récemment décidé que les communes peuvent définir un quota minimum de logements accessibles lors de la création de nouvelles zones ou de modification du plan d'affectation (décision du parlement 28.10.2013). Les communes doivent cependant aussi définir des normes d'occupation de ces appartements. Cette mesure répond en partie au problème de l'augmentation de la consommation de m² par habitant (llg, 2013).</p>
	<p>Promotion de logements abordables</p>	<p>Cette mesure est surtout nécessaire pour éviter une gentrification des centres. Dans le contexte zurichois, les villes de Zurich et Winterthur ont une politique active de promotion des coopératives d'habitation. Pour les plus petites communes qui ont souvent moins de moyens, des outils existent dans le cadre de l'aménagement du territoire, notamment la possibilité de définir des quotas de logements accessibles (cf. ci-dessus) (Beck & al., 2012). Cependant l'usage de ces outils dépend essentiellement de la volonté des communes. Le cas de l'agglomération franco-valdo-genevoise est à ce propos intéressant. Le projet d'agglomération traite de la question du logement et du logement d'utilité public avec pour objectif que chaque commune contribue à leur production. L'impact de cette politique doit cependant encore être évalué. La métropole de Rennes, elle, offre un soutien financier aux communes pour mettre sur pied une politique foncière.</p>

Politiques de transport		
Mesures	Description	Potentiel et limites
Limitation du subventionnement ou subventionnement différencié	Remise en question des diverses formes de subventionnement de la mobilité	L'étude de Tscharaktschiew & Hirte (2012), dans le contexte allemand, conclut que toutes les formes de subsides provoquent une suburbanisation de la population urbaine et (à l'exception des subsides pour les transports publics) contribuent à l'étalement urbain en augmentant le déséquilibre spatial entre le lieu de résidence et le lieu de travail. Seules les subsides pour les transports publics contribueraient à une évolution équilibrée en ce qui concerne le lieu de l'habitat et celui du travail. Les effets spatiaux des subsides sont cependant, selon l'étude, faibles. Dans le contexte américain, les résultats de l'étude de Su et Desalvo suggèrent que les subsides concernant les transports publics réduisent l'étalement urbain en contribuant au transfert de choix modal et ceux pour l'automobile y contribuent mais à un taux décroissant (2008 : 586).
Mobility pricing	Internalisation des coûts externes des TP ou TIM pour inciter à une meilleure utilisation des infrastructures et atténuer les problèmes de financement. Cela peut être combiné ou non avec une tarification différenciée selon l'heure à laquelle on circule. Mesure à prendre en parallèle pour les deux modes de transport (TIM / TP) pour éviter des effets pervers liés au changement de choix modal	<p>Les études sur ces mesures démontrent leurs effets sur le choix du parcours, le choix modal et le choix de l'heure du trajet. Les effets à plus long terme (changement de destination, changements résidentiels) n'ont pas encore été étudiés. Pour plus d'informations voir les études de l'ASTRA (Rapp, 2007) ; Erath, 2007 ; ou encore Müller-Jentsch, 2013.</p> <p>Transports individuels motorisés</p> <p><i>Road pricing</i> ou <i>congestion pricing</i> dans les centres villes : Londres, Singapour, Stockholm, Oslo, Bergen et Trondheim (Rapp & al., 2007 : 29-34). Ces mesures se sont généralement montrées efficaces. Dans le cas de Stockholm, notamment, l'introduction d'un péage au centre ville a contribué à réduire les bouchons au centre. La tarification différenciée selon les heures (plus chère aux heures de pointe) est un outil clé de cette mesure. Outre une réduction des embouteillages, on constate une réduction des trajets vers le centre et un transfert modal (augmentation de l'usage des transports publics et diminution pour les transports individuels motorisés ; augmentation des vitesses en ville) (Ernst-Basler + Partner AG, 2008 ; Müller-Jentsch 2013). Les numéros d'immatriculation sont lus et saisis électroniquement aux 18 points de passages vers le centre. Pour le paiement, les automobilistes ont le choix entre une facture mensuelle ou un prélèvement automatique sur leur compte (Müller-Jentsch 2013 : 27).</p> <p>Transports publics</p> <p>Une politique possible serait une augmentation des tarifs et une différenciation des tarifs selon l'heure du trajet (plus cher aux heures de pointe). Cependant aucune étude sur la question n'a pu être trouvée.</p> <p>Une variante est celle proposée par l'étude SCATTER (Gayda & al., 2005) qui partant du constat que le développement des TP contribue aussi à l'étalement urbain, montre que l'application d'un subside aux TP seulement dans les centres, contribuerait au transfert de choix modal, tout en évitant de donner encore plus d'incitations à une pendularité de longue distance. Ce qui est le cas lorsque tout le trajet est subventionné.</p>

			L'introduction du ticket électronique est une condition pour rendre « user friendly » une tarification différenciée des TP. Elle est déjà pensée au niveau du DETEC, mais sa mise en œuvre devrait se faire dans 10 ans seulement en parallèle à l'introduction du road pricing (Müller-Jentsch 2013).
Augmentation du coût des TIM	Augmentation de la taxe ou de l'essence		Une étude dans le contexte allemand montre que cela aurait un impact faible sur le choix résidentiel étant donné que le coût du déplacement n'est que rarement considéré lors de ce choix (Jakubowski, 2007).
Suppression des déductions fiscales pour les pendulaires	Allemagne		Une étude dans le contexte allemand (Jakubowski, 2007) montre qu'étant donné le faible montant des déductions fiscales pour déplacement (388 Euro en moyenne), une suppression de cette mesure n'aurait qu'un impact moindre. Elle peut diminuer les incitations à partir en périphérie mais les effets ne sont pas suffisants pour renforcer la tendance à la ré-urbanisation. Un autre problème souligné par l'étude est que les pendulaires de longue distance qui viennent de régions plus faibles économiquement seraient les plus touchés. Ce qui peut nuire à l'objectif d'équité de l'aménagement du territoire. De ce fait, des politiques complémentaires peuvent être nécessaires.

7. ANNEXE II

Le projet SCATTER examine l'impact sur l'étalement urbain de l'introduction d'une nouvelle infrastructure ou services de transport public régional qui rend le trajet de la périphérie au centre soit plus rapide, soit meilleur marché. L'étude repose sur une modélisation et non sur des données empiriques, mais se penche néanmoins sur des villes qui avaient l'intention ou venaient d'introduire une nouvelle infrastructure.

Le projet examine aussi dans 3 villes quelles sont les mesures d'accompagnement qui peuvent être mises en œuvre pour contrer ou au moins réduire la relocalisation attendu des activités et de la population, dans les cas où la nouvelle infrastructure tend à renforcer l'étalement urbain. L'étude qui teste différentes mesures dans les villes de Brussels, Helsinki et Stuttgart constate que les mesures les plus efficaces sont les suivantes et recommande de les combiner :

- augmentation du coût de l'automobile ;
- subvention des TP seulement dans le Centre ;
- mesures fiscales sur nouveaux développements résidentiels suburbains : « impact fee » ;
- mesures fiscales pour orienter la localisation des entreprises.

Ces mesures dont trois sont agissent sur le prix sont plus flexibles que des réglementations mais plus difficile à faire accepter. Ces politiques cependant fournissent aussi un revenu aux autorités pour investir dans les transports publics ou les espaces publics par exemple.

Les auteurs soulignent par ailleurs le fait qu'il y a une forte interaction entre le prix du transport et celui du foncier. Les mesures visant à augmenter le coût des transports peuvent avoir des effets significatifs sur le marché foncier en renforçant la pression sur le Centre. Cette pression en augmentant le coût du logement peut avoir des effets sur la répartition spatiale et la ségrégation sociale (Gayda & al., 2005 : 152). Il est de fait important de considérer l'impact des politiques visant à renforcer l'attractivité du Centre ou des centres au dépend de la périphérie sur le coût du foncier. Si, la densification ne se fait pas à un rythme adéquat, des politiques complémentaires en matière de logement peuvent être nécessaires pour éviter une gentrification des centres.