

LES APPORTS DES SIG ET DE LA TÉLÉDÉTECTION DANS LA COMPRÉHENSION DES MUTATIONS DU SYSTÈME TERRITORIAL DE LA RÉGION TRANSFRONTALIÈRE GENEVOISE

FRANÇOIS BORNICCHIA, HY DAO

1 INTRODUCTION : TERRITOIRE ET FRONTIÈRE

La région franco-valdo-genevoise est un territoire actuellement à cheval sur deux entités nationales (Suisse et France) et quatre entités sub-nationales (les cantons suisses de Genève et de Vaud ; les départements français de l'Ain et de la Haute-Savoie). Ces entités, qui ont connu à travers l'histoire des relations complexes de complémentarité, d'isolement, de conflit, de dépendance, sont aujourd'hui appelées à gérer de manière concertée un territoire qui est un pôle d'attraction économique et démographique, avec toutes les conséquences environnementales, économiques et sociales induites par ces phénomènes de croissance. Ce territoire transfrontalier connaît aujourd'hui les effets de la mise en application progressive (depuis juin 2002) des accords bilatéraux entre l'Union européenne et la Suisse, impliquant notamment dans un premier temps une circulation facilitée des personnes.

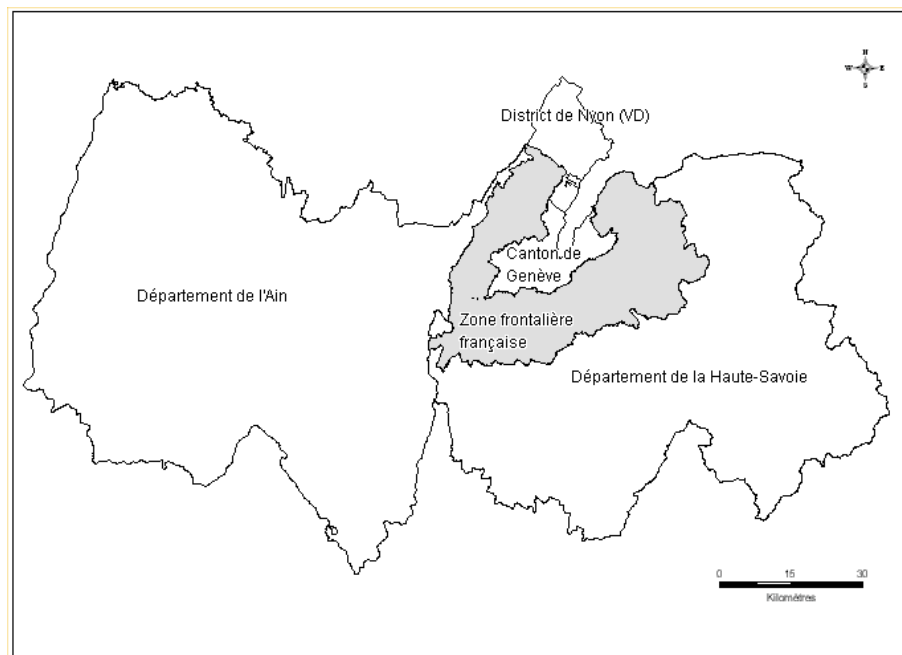
Le présent article expose quelques aspects du travail de thèse de F. Bornicchia (Bornicchia, 2004) sur la région genevoise (Genève, Pays-de-Gex, Genevois Haut-savoyard), en particulier les simulations de l'évolution démographique et de ses impacts sur le territoire. A l'intérieur de la région genevoise, la frontière nationale franco-suisse détermine deux territoires distincts (fig. 1) mais contigus et organisés de manière différente :

- le canton de Genève, avec une grande agglomération occupant le centre de l'espace d'étude ;
- la zone frontalière des départements de l'Ain et de la Haute-Savoie présentant une répartition de l'urbanisation plus hétérogène et se situant en position périphérique par rapport à Genève.

Les techniques développées dans le domaine des systèmes d'information géographique et de la télédétection s'avèrent particulièrement pertinentes pour étudier un territoire tel que celui de la région frontalière genevoise (plus de 1000 km²), et offrent l'avantage de pouvoir considérer dans l'analyse un grand nombre de variables différentes, de manière à aborder des problématiques très diverses, aussi bien d'ordre naturel qu'humain. L'étude réalisée peut ainsi prendre simultanément en compte les trois aspects, social, économique et environnemental, fournissant des indicateurs sur l'avenir de cette région en fonction des critères définis en matière de développement durable.

De plus, ces nouveaux outils informatisés d'étude du territoire, rassemblés dans cette jeune discipline qu'est la géomatique, autorisent le développement d'un système d'information géographique dans lequel le territoire transfrontalier est représenté sous la forme d'un système dynamique. Ces outils permettent non seulement de rendre compte des évolutions passées de ce territoire, pour comprendre le fonctionnement de ce système, mais également de proposer des scénarios d'évolution. La construction d'un tel système d'information géographique permet notamment de proposer une évaluation des impacts, en terme de consommation d'espace, de différents scénarios de développement démographique dans les communes frontalières françaises de la région genevoise.

Fig. 1 La zone d'étude



Dans le cadre de cette étude, les outils de la géomatique ont permis de montrer que l'équilibre des territoires frontaliers français est en partie menacé par les effets de frontière¹, accentués par la défonctionnalisation progressive de la frontière franco-suisse qui s'engage depuis 2002, dans le cadre des accords bilatéraux conclus entre la Suisse et l'Union-Européenne, et qui conduisent notamment les communes situées en France voisine à être soumises à une pression démographique plus soutenue.

2 FONCTIONNEMENT ET DYSFONCTIONNEMENTS DU SYSTÈME TERRITORIAL DANS LA RÉGION GENEVOISE

La frontière nationale a généré de nombreux effets négatifs pour l'aménagement du territoire dans la région genevoise. L'un de ces effets a consisté en un manque de concertation, jusque dans les années 1990, entre les différents acteurs engagés, de part et d'autre de la frontière nationale, dans la gestion du processus de développement urbain. Pour les communes frontalières françaises, une des conséquences de cette carence en matière de concertation se traduit par un développement de l'urbanisation sous une forme extensive, fortement consommatrice d'espace.

La croissance urbaine dans la zone frontalière française produit donc des effets négatifs sur l'environnement, mais également sur le plan socio-économique, car les prix sur le marché immobilier sont excessivement élevés dans la plupart des communes frontalières. Plusieurs facteurs sont responsables de ce niveau des prix remarquablement élevé dans zone frontalière française : il s'agit notamment des revenus élevés provenant de l'activité salariée en Suisse, de la relative bonne santé économique et de l'attrait résidentiel de cette région touristique. En conséquence, les personnes tirant leurs revenus d'une activité professionnelle en France rencontrent de sérieuses difficultés pour se loger, et le tissu industriel peine à se maintenir en raison du niveau élevé des loyers.

Les flux démographiques susceptibles de déstabiliser le système territorial de la région genevoise, peuvent :

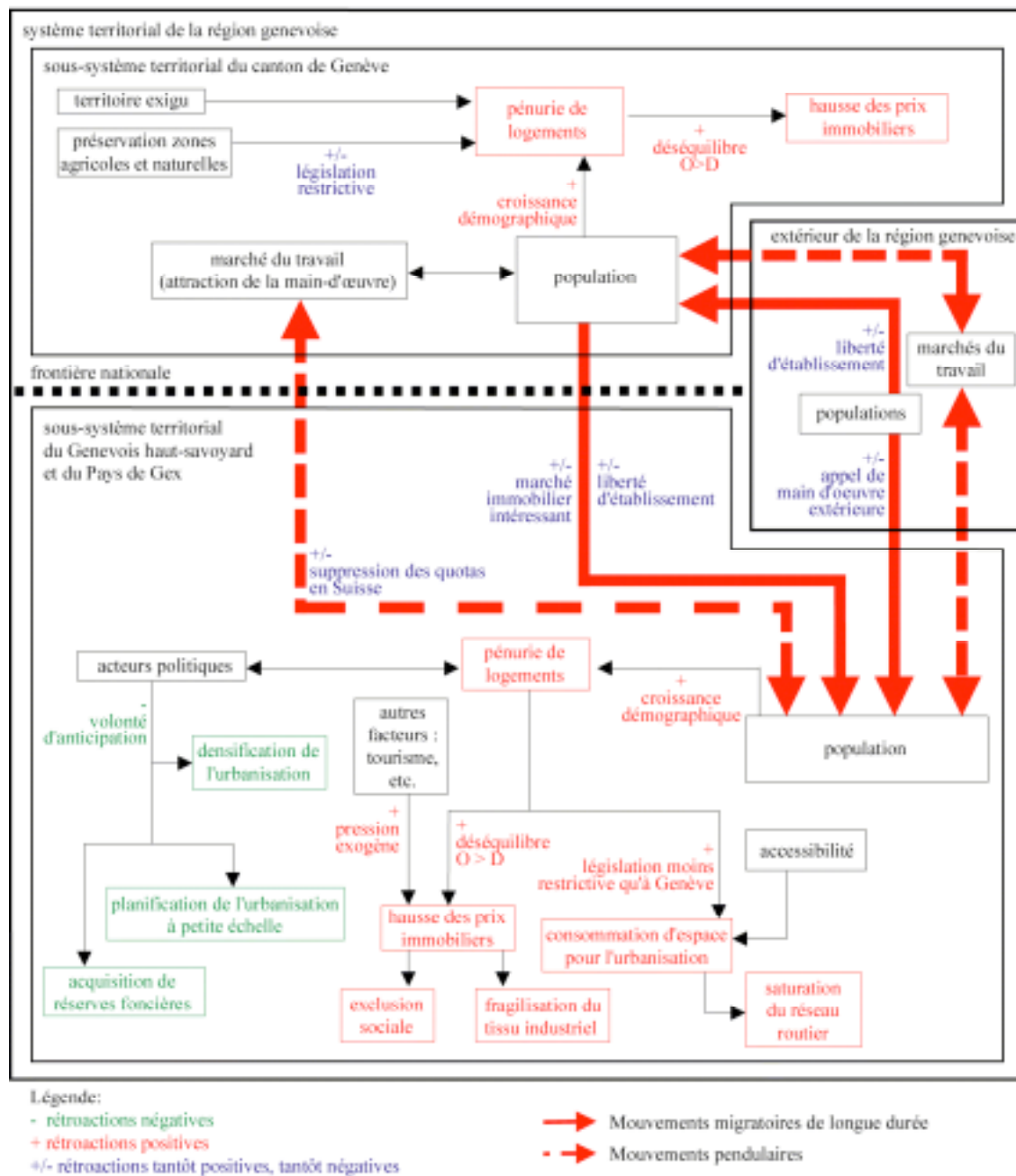
- soit provenir de l'extérieur du système (personnes françaises ou européennes saisissant une opportunité de travail en Suisse, mais élisant leur résidence en France voisine),
- soit se produire à l'intérieur même du système, plus exactement entre les deux sous-systèmes territoriaux que constituent respectivement le canton de Genève et la France voisine (personnes précédemment domiciliées en Suisse profitant de l'opportunité qui leur est offerte de s'établir, à moindre coût, en France).

Il est fortement vraisemblable que ces deux catégories de mouvements démographiques se produisent simultanément.

¹ Expression utilisée par Claude Raffestin (Raffestin, 1974 : 13)

Le schéma ci-dessous (fig. 2) illustre les rôles opposés que sont amenés à jouer les accords bilatéraux selon le sous-système territorial considéré (Canton de Genève ou France voisine).

Fig. 2 Représentation systémique simplifiée du fonctionnement du système territorial de la région genevoise



Dans le cas du sous-système territorial genevois, les accords bilatéraux génèrent certaines rétroactions négatives (favorisant l'équilibre du système), qui assurent au système une évolution entre ses limites de fluctuations habituelles. Au niveau économique tout d'abord, ils permettent aux entreprises genevoises d'élargir leur bassin de recrutement de main-d'œuvre. Au niveau démographique ensuite, ils jouent un rôle de soupape, en permettant de régler, en théorie, une partie du problème, assez chronique dans le canton de Genève, lié à la croissance démographique sur un territoire fini, en permettant d'évacuer en France voisine un trop plein d'habitants et donc de faire diminuer la demande en matière de logements dans le canton. Cependant, les accords bilatéraux pourraient également entraîner un accroissement de la population sur le territoire genevois (rétroaction positive, favorisant le déséquilibre du système), lié à la liberté d'établissement des Européens sur le territoire helvétique.

Dans le cas du sous-système territorial composé par les communes frontalières de Haute-Savoie et du Pays-de-Gex, les effets des accords bilatéraux correspondent plutôt à des rétroactions positives, contribuant à déstabiliser le système et à l'éloigner de son point d'équilibre. L'afflux majeur de nouveaux habitants sur ce

territoire frontalier conduit à une hausse sensible des prix immobiliers, induite par la forte demande, voire par une anticipation de la part des propriétaires de cette demande future. De plus, une législation en matière d'urbanisme moins restrictive que celle qui prévaut dans le canton de Genève conduit généralement à une occupation plutôt extensive de l'espace par les zones bâties. D'autres rétroactions positives risquent de toucher le système économique de la zone frontalière française, puisque l'économie genevoise, libérée des contraintes imposées par les contingentements, va probablement puiser dans le vivier de main-d'œuvre que représente la population active des territoires de France voisine pour répondre à ses besoins. Cette pratique va probablement se traduire par l'accentuation de l'hémorragie de la main-d'œuvre des entreprises situées en France voisine. En effet, ce phénomène existait déjà avant la mise en place des accords bilatéraux lors des phases de croissance de l'économie helvétique et il devrait être facilité par la suppression des contingentements en matière de permis de travail.

La représentation du fonctionnement du système territorial de la région genevoise (fig. 2) met donc notamment en évidence un certain nombre de rétroactions positives touchant notamment le sous-système territorial de France voisine. Les relations identifiées lors de cette représentation servent de base pour la simulation, à l'aide d'un système d'information géographique, des conséquences potentielles des différents flux démographiques. Les réservoirs de matière sont représentés dans le système d'information géographique sous forme de plans d'information (par ex. les cartes d'occupation du sol) dont la mise en relation permet de modéliser les conséquences de la circulation des éléments (population) à l'intérieur du système territorial.

3 IMAGE SATELLITAIRE ET ÉTUDE DE L'URBANISATION TRANSFRONTALIÈRE DANS LA RÉGION GENEVOISE

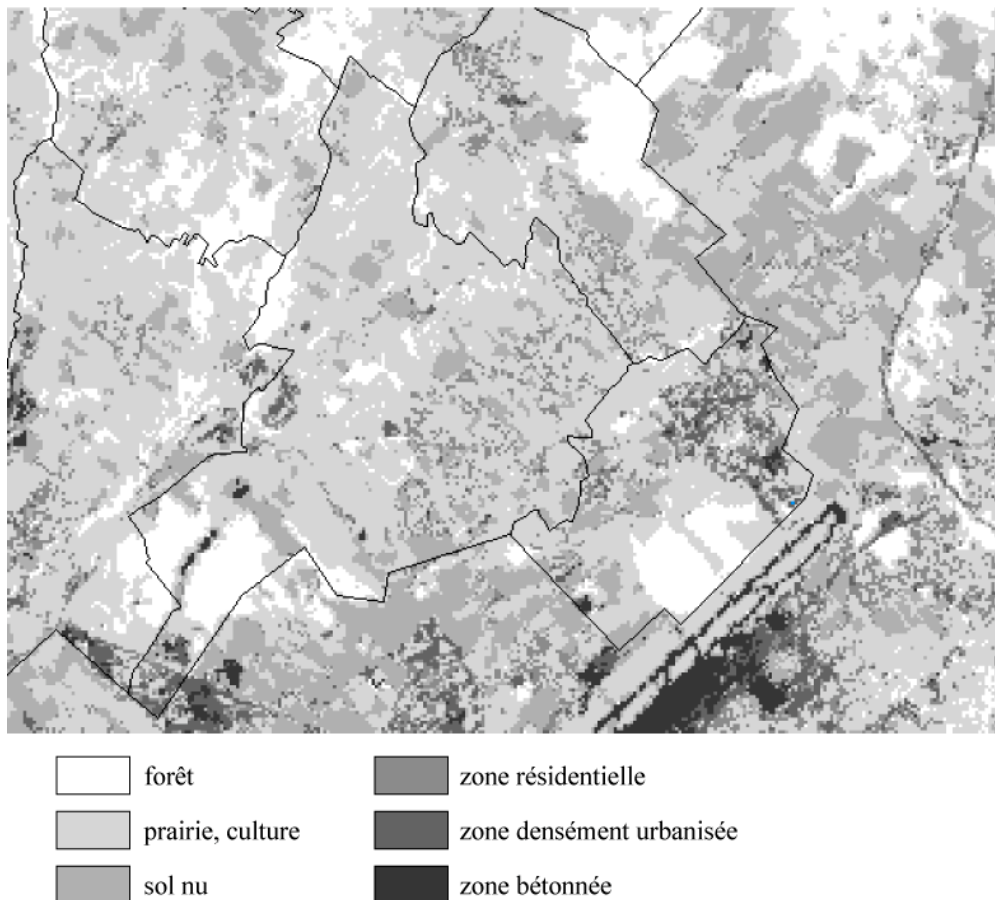
Comme mentionné plus haut, l'un des ces effets négatifs de la frontière a consisté en un manque de concertation, jusque dans les années 1990, entre les acteurs engagés de part et d'autre de la frontière dans la gestion du processus de développement urbain. Pour les communes frontalières françaises, ceci se traduit par une urbanisation extensive fortement consommatrice d'espace. Le recours à la cartographie satellitaire, sur la base d'une image Landsat-ETM enregistrée en 2000, permet de mettre en évidence les secteurs de cette vaste zone frontalière française dans lesquels la croissance des résidences individuelles exerce une pression accrue sur l'environnement.

Cependant, d'un point de vue technique, les milieux urbain et périurbain présentent des particularités qui posent des limites non négligeables à l'apport informatif contenu dans les images enregistrées par les capteurs embarqués sur les satellites Landsat-ETM. La résolution du capteur ETM en mode multispectral produit une image dont les éléments (pixels) ont une taille au sol de trente mètres de côté. Si cette taille de pixel est relativement bien adaptée pour des études thématiques concernant les milieux naturels constitués d'entités relativement homogènes, il n'en va pas de même pour les études thématiques relatives aux milieux urbain et périurbain, caractérisés par une occupation du sol fortement hétérogène.

En effet, lorsque l'image satellitaire couvre un milieu urbanisé, les 900 mètres carrés d'un pixel Landsat-ETM sont en réalité composés par une multitude d'éléments (toits en tuile, jardins, surfaces goudronnées, etc.). La valeur de chaque pixel enregistrée par le capteur est la somme des rayonnements réfléchis par les différents objets qui le composent : les pixels sont en fait des mixels caractérisés par des contenus hétérogènes. Même si les caractéristiques (signatures) spectrales de chacun des éléments constitutifs de l'occupation du sol étaient précisément connus, il serait impossible pour le capteur de les individualiser.

Pour dépasser cette difficulté, il ne faut pas se limiter à une approche du milieu urbain en terme de pixel, mais changer d'échelle en se basant sur le concept de zone (plus vaste), qui implique de déterminer, par regroupement de pixels, des entités possédant des caractéristiques identiques. Ainsi, un découpage de l'espace urbain en fonction de zones partageant des caractéristiques physiques et/ou fonctionnelles similaires (secteurs résidentiel, industriel, densément urbanisé, etc.) apporte pour la région frontalière genevoise des résultats valides et lisibles (fig. 3).

Fig. 3 Carte de l'occupation du sol dans la région genevoise – secteur de l'aéroport de Genève-Cointrin



A travers ce traitement d'image satellitaire, une partie de l'information structurelle du système est donc stockée sous forme raster (un maillage de cellules carrées). La carte thématique d'occupation du sol issue de l'analyse de l'image Landsat-ETM de 2000 alimente en données statistiques une base de données géoréférencées. Cette carte apporte de nombreux éléments d'interprétation concernant les formes de l'urbanisation transfrontalière dans la région genevoise, ainsi que les modalités du développement de l'urbanisation (urbain dense, urbain résidentiel et zones d'activités).

Par ailleurs, cette carte d'occupation du sol fournit une information suffisamment fine pour rendre possible l'individualisation des zones dans lesquelles une urbanisation plus diffuse se développe. La comparaison des informations fournies par ce document avec une cartographie de l'évolution du nombre des logements durant la dernière décennie du 20^{ème} siècle (chiffres issus de recensements décennaux) confirme que durant cette période une part non négligeable du développement de l'urbanisation dans la zone d'étude s'est réalisé sous la forme d'une urbanisation diffuse.

Enfin, une fois filtrée (avec un filtre modal d'une fenêtre de 3x3 pixels) afin d'éliminer les éléments ponctuels, la carte d'occupation du sol fournit d'autres indications en permettant de révéler l'armature urbaine de la zone d'étude : les centres urbains principaux sont clairement individualisés, tout comme les axes majeurs du développement de l'urbanisation.

4 LA BASE DE LA SIMULATION : LA RELATION URBANISATION – DÉMOGRAPHIE EN FRANCE VOISINE

L'image satellitaire fournit donc des informations concernant les réservoirs du système, et en particulier l'occupation du sol. Une deuxième source de données, les recensements démographiques, procure des informations relatives aux éléments du système que constitue la population. Quant à eux, les plans d'occupation des sols (POS) disponibles pour 98 des 124 communes de la zone d'étude fournissent des indications relatives à leur capacité de développement urbain (conditionnée par le coefficient d'occupation du sol).

Pour pouvoir évaluer les conséquences des scénarios de développement démographique, il faut dans un premier temps faire la preuve de l'existence d'une relation entre la variable démographique et l'occupation du sol par

les surfaces bâties. En effet, la mise en évidence statistique de la relation entre la démographie et les surfaces bâties permet ensuite d'estimer la répartition, à l'échelle communale, des surfaces bâties futures en fonction de scénarios d'évolution démographique.

Les méthodes d'analyse basées sur la régression linéaire multiple permettent une mise en œuvre assez simple à partir des informations relatives aux surfaces occupées par l'urbanisation en 2000, ainsi que sur la base des informations fournies par le recensement de la population de 1999 en France (le décalage temporel entre ces deux sources d'informations est faible). Dans la méthode de régression multiple utilisée ici, les régresseurs (variables explicatives) sont au nombre de deux :

- la superficie densément bâtie de chaque commune (nombre de pixels de 900 m₂) ;
- la superficie de chaque commune occupée par des zones résidentielles (nombre de pixels de 900 m₂) ;
- la variable expliquée correspond à la population (nombre d'habitants).

Les résultats de cette régression multiple sont très satisfaisants : ils indiquent qu'à la fin des années 1990, la relation entre la population et les surfaces urbanisées dans les communes frontalières françaises est statistiquement très nettement marquée. Le coefficient de corrélation multiple atteint en effet une valeur de 0.946. Le coefficient de détermination multiple est donc très satisfaisant (0.895) : les deux régresseurs utilisés (surfaces densément bâties et surfaces de zones résidentielles) permettent d'expliquer 89.5% de la variance de la population des 124 communes incluses dans l'analyse. L'équation de la droite de régression est la suivante :

$$Pop\ 1999 = 289.80 + 2.12 * surfaces\ résidentielles + 9.94 * surfaces\ densément\ urbanisées$$

Le coefficient directeur des surfaces résidentielles est nettement plus faible que les autres : ce constat est plutôt inquiétant, car il confirme qu'une unité de surface utilisée pour une urbanisation de type résidentielle accueille extrêmement peu d'habitants.

5 SCÉNARIOS D'ÉVOLUTION DÉMOGRAPHIQUE ET ESTIMATION DES BESOINS EN SURFACES À BÂTIR DANS LA ZONE FRONTALIÈRE FRANÇAISE

Une fois établi le lien entre population et urbanisation, l'évolution future de la population doit être simulée. Plusieurs scénarios d'évolution démographique sont envisageables durant la première décennie du XXI^{ème} siècle dans la région frontalière française (fig. 4) :

Fig. 4 Les trois scénarios démographiques envisagés dans la région frontalière française

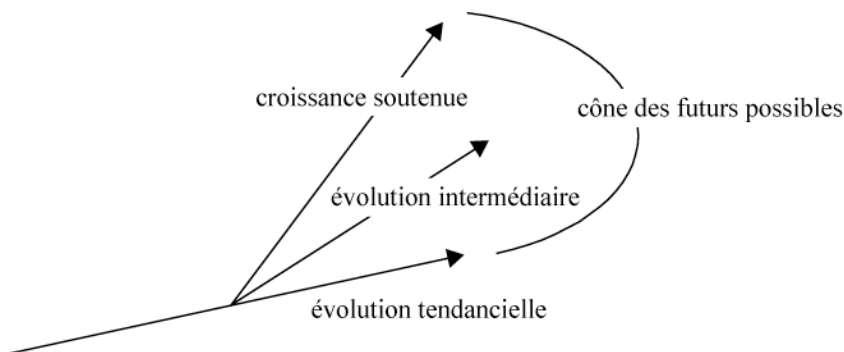


figure d'après Godet (Godet, 2004 : 93)

Parmi l'éventail de scénarios composant le "cône des futurs possibles" (Godet, 1997 : 90), le premier scénario retenu pour le système territorial de France voisine dans la région genevoise, que l'on peut considérer comme un scénario de base, est en fait un scénario tendanciel. Ce scénario se base sur la poursuite des tendances de l'évolution démographique mises en évidence durant les vingt dernières années. Cependant, pour tenir compte du ralentissement de la croissance de la population enregistré durant les dernières années, la tendance calculée sur la période 1980-1999 a été corrigée par la tendance qui se dégage de la période 1990-1999.

Pour balayer l'ensemble du cône des possibles, un second scénario démographique, extrême, basé sur une très forte croissance démographique dans les communes de la région d'étude est proposé. Cette forte croissance démographique n'est envisageable que dans le cas d'une situation économique très positive, générée ou tout au moins renforcée par la mise en application des accords bilatéraux, et entraînant une forte attractivité des territoi-

res frontaliers français pour un grand nombre de travailleurs. Il s'agit là d'un scénario correspondant à une rupture profonde avec les tendances actuelles mises en évidence.

Un troisième scénario, correspondant à une situation intermédiaire entre les deux évolutions démographiques précédentes est également envisagé. Résultant d'une situation dans laquelle les effets des accords bilatéraux sur les mouvements démographique sont modérés, ce scénario se situe au centre du cône des possibles.

Ce sont les coefficients directeurs de l'équation de la droite de régression qui permettent de calculer les surfaces qui devraient être utilisées par l'urbanisation dans chacun des trois scénarios d'évolution démographique. En effet, sur la base de l'équation de la droite de régression calculée à partir de l'image satellitaire de 2000 et du recensement de la population française de 1999, il est possible de déduire que :

- la construction d'une unité (900 m²) de surface bâtie résidentielle permet de loger un peu plus de deux habitants (2.12), ce qui correspond à une densité d'environ 23 habitants à l'hectare ;
- la construction d'une unité (900 m²) de surface bâtie densément urbanisée permet de loger près de 10 habitants (9.94), ce qui correspond à une densité d'environ 110 habitants à l'hectare.

A partir de ces résultats, il a été postulé que les choix des acteurs chargés de l'urbanisation étaient susceptibles de s'orienter :

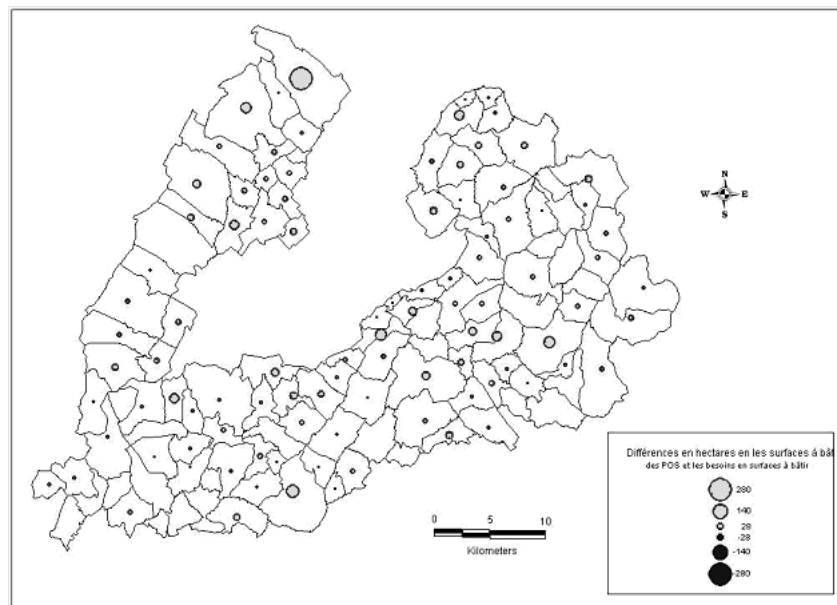
- soit en faveur d'une urbanisation résidentielle et extensive (développement de type petits immeubles peu densément implantés) ;
- soit en faveur d'une urbanisation dense et intensive (développement d'immeubles implantés de manière compacte).

Sur la base de ce postulat, l'opération réalisée ensuite a consisté à exploiter les résultats des trois scénarios d'évolution démographique, en faisant alternativement abstraction de l'effet de l'une ou de l'autre des deux variables explicatives (les modes d'occupation du sol dense ou diffus), considérées à tour de rôle comme constantes. Cet exercice revient en fait à ne plus considérer que l'effet d'un seul régresseur, comme dans le cas de la régression simple. Or, dans la situation de la régression simple, chacune des deux variables utilisées peut être considérée à la fois comme la variable expliquée ou comme la variable explicative (symétrie). C'est une inversion de ce type qui a été opérée, en cherchant à estimer les besoins en surfaces à bâtir à partir des divers niveaux de population issus de chacun des trois scénarios d'évolution démographique.

Ces différentes simulations apportent des informations primordiales pour la recherche, puisqu'elles ont clairement mis en évidence l'importance des choix opérés par les acteurs en charge de l'aménagement du territoire, au niveau de la forme de l'urbanisation. En comparant, pour 98 communes, les besoins en surfaces à bâtir selon les modèles d'urbanisation diffus et denses avec l'offre telle que définie par les plans d'occupation du sol actuels, il a été possible de déduire que :

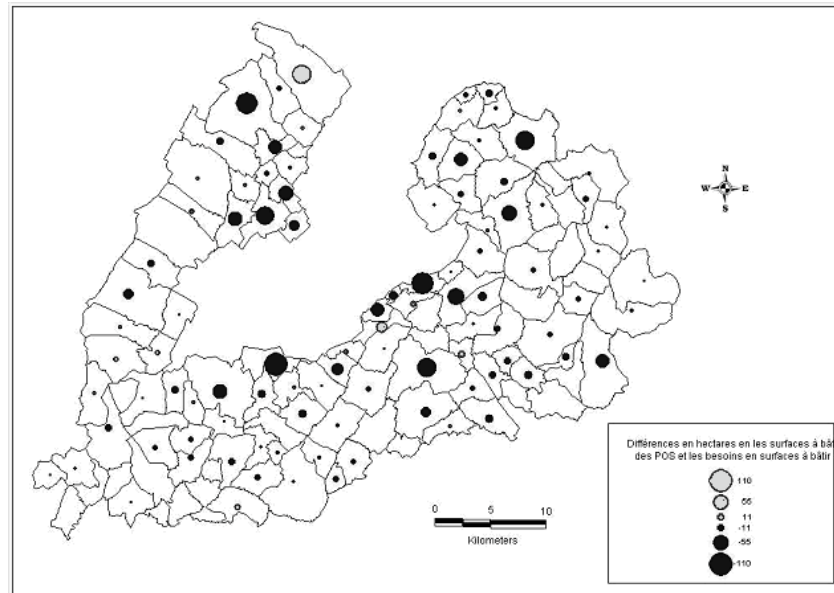
- les surfaces à bâtir prévues sont suffisantes pour absorber un accroissement élevé de la population, si l'option d'un coefficient d'occupation du sol élevé (0.6) est retenue (fig. 5) ;

Fig. 5 Comparaison entre les besoins en surfaces à bâtir et les surfaces disponibles dans le cas d'une urbanisation dense et d'une forte croissance démographique



- par contre, les surfaces à bâtir actuellement disponibles selon des plans d'occupation des sols sont insuffisantes si l'urbanisation prend une forme extensive (coefficient d'utilisation du sol de 0.3), puisque des difficultés surgissent déjà dans le cas d'une croissance faible de la population (fig. 6).

Fig. 6 Comparaison entre les besoins en surfaces à bâtir et les surfaces disponibles dans le cas d'une urbanisation diffuse et d'une forte croissance démographique



A l'issue de cette simulation, il apparaît donc clairement que les choix, en terme de densité urbaine, des acteurs syntagmatiques² (Raffestin, 1980 : 34) en charge de l'aménagement du territoire, seront prépondérants pour l'avenir de la région frontalière française.

6 DES DYSFONCTIONNEMENTS SOCIO-ÉCONOMIQUES DANS LA ZONE FRONTALIÈRE FRANÇAISE : LES IMPACTS SUR LE MARCHÉ IMMOBILIER

La croissance urbaine dans la zone frontalière française produit également des effets négatifs sur le plan socio-économique, notamment sur le marché immobilier des communes frontalières françaises qui présente un niveau de prix élevé par rapport aux revenus moyens locaux, niveau en augmentation constante.

Les différences entre les prix immobiliers pratiqués de part et d'autre de la frontière sont délicates à mesurer, car la comparabilité des produits est difficile, pour plusieurs types de raisons :

- une difficile comparabilité des biens (localisation de l'immeuble, étage, etc.),
- des différences de normes entre Genève et la France (qualité de construction, etc.),
- des données peu nombreuses (pour la France voisine notamment),
- des typologies de biens différentes de part et d'autre de la frontière.

Il est néanmoins possible d'effectuer une comparaison du prix moyen des biens dans le canton de Genève avec les prix moyens des différents types de biens relevés dans les sous-ensembles régionaux issus des découpages que réalisent les Chambres des notaires de l'Ain et de la Haute-Savoie :

- par rapport aux prix des appartements anciens, en 2000, le marché immobilier genevois s'établit nettement au-dessus des marchés français. Au niveau local, le décalage, traduisant très nettement un effet de frontière, est encore plus flagrant ;
- lorsque l'on s'intéresse aux prix des appartements neufs en 2000, le décalage se réduit, puisque les prix les plus élevés avoisinent la valeur moyenne genevoise. A l'échelle locale, la différence avec les prix immobiliers genevois tend également à se réduire.

² Selon Raffestin, les acteurs syntagmatiques sont des acteurs réalisant un plan, un programme d'action : les politiques, les entrepreneurs, les associations, etc. Par opposition, les acteurs paradigmatiques sont ceux résultant d'une classification : dans notre cas, la distinction entre populations frontalière, genevoise, etc. définit des acteurs paradigmatiques qui n'ont a priori pas d'objectif, de stratégie en tant que groupe.

Avec ces deux types de biens immobiliers (appartements neufs et anciens), l'étude montre donc assez clairement une différence, parfois importante, existant au niveau des prix entre le canton de Genève et les territoires frontaliers français voisins. Cependant, plusieurs autres points d'analyse méritent d'être soulevés.

Le territoire frontalier français dont les prix immobiliers sont les plus surprenants par rapport au contexte régional est sans aucun doute le Pays-de-Gex. En effet, ce secteur est totalement déconnecté du reste du département de l'Ain, puisqu'il est caractérisé par des valeurs extrêmement élevées. Ces chiffres indiquent que ce territoire, plus que tous les autres, est largement influencé par la proximité du canton de Genève.

Les territoires frontaliers français de la Haute-Savoie se détachent nettement moins par rapport à l'ensemble du département, puisque les prix des biens immobiliers se situent généralement dans des valeurs moyennes. Il semble même que l'influence de Genève soit moins sensible que l'influence de l'agglomération annecienne ou des stations touristiques. Cette constatation est importante, puisqu'elle tend à relativiser les effets du territoire genevois sur cette partie de la zone étudiée.

L'analyse des prix immobiliers en termes évolutifs est elle aussi intéressante. En effet, mis à part dans le cas des appartements anciens, les territoires frontaliers français connaissent des taux de croissance de leurs prix immobiliers plutôt moyens, par rapport aux maximums enregistrés dans les autres secteurs des deux départements.

A la lumière de ces résultats, il est impossible d'affirmer que l'anticipation des accords bilatéraux a conduit à une hausse des prix immobiliers entre 1999 et 2000 dans les communes frontalières françaises spécifiquement.

7 CONCLUSIONS : SYSTÈME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET DÉVELOPPEMENT DURABLE DE LA RÉGION GENEVOISE

Dans cette recherche de doctorat, les outils de la géomatique ont permis de montrer que l'équilibre des territoires frontaliers français est en partie menacé par les effets de frontière, accentués par la défonctionnalisation progressive de la frontière nationale qui s'engage depuis 2002, dans le cadre des accords bilatéraux conclus entre la Suisse et l'Union-Européenne, et qui conduisent les communes situées en France voisine à être soumises à une pression démographique plus soutenue. L'étalement urbain, la forte progression du nombre de maisons individuelles, l'accroissement de la pendularité constatés dans la région genevoise sont des phénomènes qui ont été observés ailleurs en Suisse (Da Cunha & Both, 2005) ou en France. La particularité de la région genevoise réside dans la relation entre des territoires institutionnels différenciés et dans les nouvelles règles du jeu amenées par l'application progressive des accords bilatéraux depuis 2002.

Les techniques développées dans le domaine des systèmes d'information géographique et de la télédétection s'avèrent particulièrement pertinentes pour étudier un vaste territoire, composé d'espaces urbanisés, périurbanisés ou ruraux, tel que celui de la France voisine dans la région genevoise, et offrent l'avantage de considérer dans l'analyse un grand nombre de variables différentes, de manière à aborder des problématiques très diverses, aussi bien d'ordre naturel qu'humain, ceci à différentes échelles spatiales. L'étude réalisée peut ainsi prendre simultanément en compte les trois aspects, social, économique et environnemental, fournissant des indicateurs plutôt inquiétants sur l'avenir de cette région au regard des critères définis en matière de développement durable.

Les données, les informations et les méthodes développées dans cette recherche demandent à être complétées et affinées. Par exemple, les modèles d'urbanisation devront inclure les plus récents scénarii de croissance démographique, ils devraient également tenir compte de l'évolution de l'occupation des logements et de la structure des ménages. Cette mise à jour des données et des modèles est rendue non seulement possible mais relativement aisée par le caractère dynamique des systèmes d'information géographique. La méthodologie et les résultats de cette recherche sont désormais à disposition des responsables en charge de l'aménagement du territoire de part et d'autre de la frontière, notamment des organismes d'observation, de planification et de prospective telle que l'Observatoire du territoire transfrontalier tout récemment mis sur pied. Ces outils géomatiques de description et de simulation du territoire devraient permettre un suivi à intervalles réguliers de l'entrée en vigueur progressive des accords bilatéraux.

La constitution d'un ensemble de données structurées et homogènes sur le territoire transfrontalier est un premier bénéfice certain apporté par les systèmes d'information géographique. L'importance de la mise sur pied d'une base de données transfrontalières comme préalable à une connaissance et à une gestion partagée du territoire a d'ailleurs été reconnue par la création du Système d'Information du Territoire Lémanique – SITL (<http://www.sitl.org>).

Au delà de ces aspects informationnels, le champ d'étude est passionnant et il laisse la place à des réflexions tant académiques qu'institutionnelles sur les mesures à prendre pour une gestion commune et équilibrée de ce territoire si complexe du fait de sa nature transfrontalière et de son évolution très rapide.

BIBLIOGRAPHIE

- BAILLY A. (2000). « Geneva : does wealth ensure social sustainability ? », in Polese M., Stren R. (dir.), *The social sustainability of cities*, University of Toronto Press, Toronto, pp. 157-174.
- BAILLY A. (1989), « Réalités et difficultés géopolitiques transfrontalières : le cas de la région genevoise », *Revue économique et sociale, Bulletin de la Société d'études économiques et sociales*, numéro 4, 47ème année, pp. 163-168.
- BAILLY A. (1987), « Une géopolitique de la Regio Genevensis », *Geographica Helvetica*, numéro 3, pp. 191-202.
- BORNICCHIA F. (2004), *Une zone frontalière en évolution. Le cas de la "France voisine" dans la région genevoise. 2000-2010*, Université de Genève : thèse de doctorat en géographie.
- BOTH J.-F., DA CUNHA A., MAGER CH. (2003), « Evaluation du territoire, développement durable et indicateurs : un pragmatisme raisonné » in *Développement durable et aménagement du territoire*, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne.
- BRUNTLAND G. (1987), *Our common future : The World Commission on Environment and Development*, Oxford University Press, Oxford.
- COMITE REGIONAL FRANCO-GENEVOIS (1994), *Cartographie du bassin franco-valdo-genevois*, Comité régional franco-genevois, Genève, Lyon.
- COMMITTEE ON THE HUMAN DIMENSIONS OF GLOBAL CHANGE, COMMISSION ON BEHAVIORAL AND SOCIAL SCIENCES AND EDUCATION, NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1998), *People and pixels. Linking remote sensing and social sciences*, National Academy Press, Washington, D.C.
- DA CUNHA A., BOTH J.-F. (2005), *Métropolisation, villes et agglomérations. Structures et dynamiques socio-démographiques des espaces urbains*, Office fédéral de la statistique, Neuchâtel.
- DE ROSNAY J. (1977), *Le Macroscopie*, Seuil, Paris.
- GODET M. (1997), *Manuel de prospective stratégique. Tome 2*, Dunod, Paris.
- GODET M. (1985), *Prospective et planification stratégique*, Economica, Paris.
- HUSSY CH. (1991), *Atlas du bassin genevois et de la région lémanique. Un espace transfrontalier au coeur de l'Europe*, Université de Genève, Département de géographie, Genève.
- JOUBE B. (1994), *Urbanisme et frontières. Le cas franco-genevois*, L'Harmattan, collection Villes et entreprises, Paris.
- LEVRAT N., SCHWOCK R. (1999), *Conséquences des accords bilatéraux sectoriels entre la Suisse et l'Union Européenne sur la région franco-genevoise*, Département de l'économie, de l'emploi et des affaires extérieures - Bureau de l'intégration, Genève.
- RAFFESTIN C. (1974), « Eléments pour une problématique des régions frontalières », in *L'espace géographique*, numéro 1, pp. 12-18.
- RAFFESTIN C. (1980), *Pour une géographie du pouvoir*, Litec, Paris.

WIDMER G. (1995), La coopération transfrontalière : un outil indispensable de l'aménagement du territoire. L'exemple des transports dans la région franco-valdo-genevoise, Université de Genève : Mémoire de licence en géographie.