

EFFETS D'UNE INFRASTRUCTURE DE TRANSPORT EN COMMUN D'ENVERGURE SUR LES VALEURS FONCIÈRES ET IMMOBILIÈRES

Rapport d'expertise réalisé dans le cadre du programme d'études
complémentaires de la ligne rose pour la Direction des projets de mobilité
durable

Ville de Montréal

Par
François Des Rosiers. Ph.D.
Professeur titulaire
Faculté des sciences de l'administration
Université Laval

Dépôt légal
Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2021
Bibliothèque et Archives Canada, 2021
ISBN : 978-2-89524-520-9



La nouvelle voiture de métro AZUR

Source : Société de transport de Montréal

SOMMAIRE EXÉCUTIF

L'objectif du présent mandat est de recenser et d'analyser les effets d'une infrastructure de transport collectif (TC) d'envergure sur les valeurs des biens fonciers et immobiliers des quartiers traversés. Compte tenu du contexte de l'étude (i.e. le projet de ligne rose), la revue de littérature porte sur l'analyse des impacts d'infrastructures de transport collectif en territoire urbain densifié sur les valeurs foncières et immobilières – en particulier résidentielles.

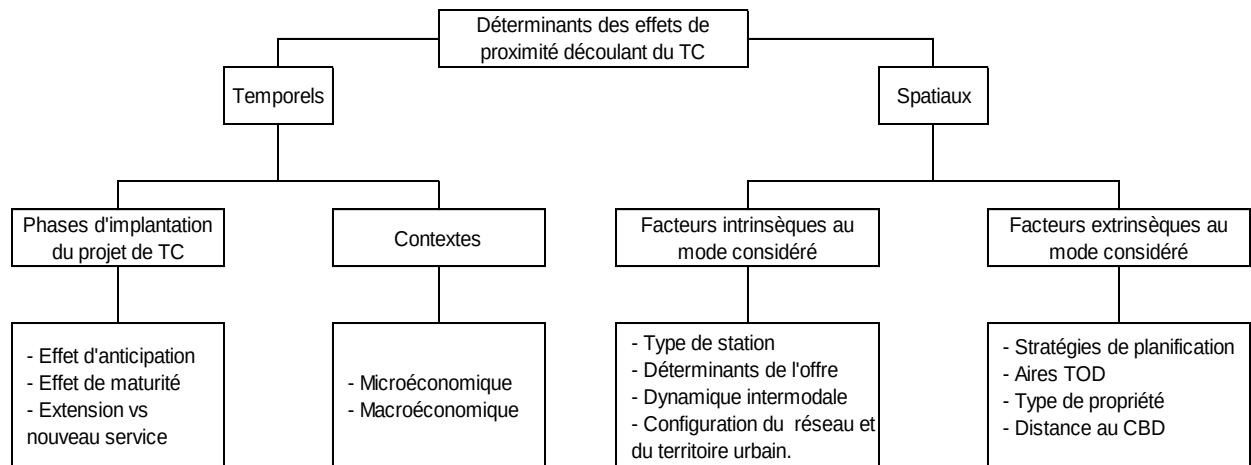
Le rapport cible prioritairement les résultats des recherches académiques publiées dans des revues arbitrées et qui s'appuient sur une approche méthodologique adéquate et reconnue. La démarche consiste à répertorier, à analyser et à synthétiser les résultats des recherches les plus pertinentes pour cinq modes de transport collectif, soit le métro, le système léger sur rail (SLR-LRT), le tramway, le service rapide par bus (SRB-BRT) et le train de banlieue (STB-CRT). Cette revue de littérature repose sur une analyse approfondie de quelque 113 études et touche un grand nombre de pays et de continents, dont le Canada, les États-Unis, l'Amérique du Sud, l'Europe de l'Ouest, l'Europe centrale, la Scandinavie, le Proche et Moyen-Orient, l'Océanie et l'Asie. Quinze de ces recherches réfèrent à des cas portant sur des villes canadiennes, dont Ottawa, Hamilton, Toronto, Kitchener-Waterloo, Vancouver, Montréal et Québec. Les contextes dans lesquels ont été réalisées ces études sont donc très variés, d'où la difficulté d'en tirer des conclusions universelles sur la direction et l'ampleur des impacts (effets de proximité) découlant de la mise en place de nouvelles infrastructures de TC ou de leur amélioration.

Dans l'immense majorité des cas, les analyses reposent sur l'application de la méthode des prix hédoniques (MPH / HPM) et ses extensions. En bref, la MPH est une approche économétrique reposant sur l'analyse de régression multiple (RLM / MLR) qui permet de décortiquer le prix d'un bien complexe (ou hétérogène) transigé sur le marché en ses éléments constitutifs. Bien complexe par excellence, le logement est constitué d'un panier d'attributs, tant intrinsèques (superficie, nombre de chambres, âge, etc.) qu'extrinsèques (caractéristiques du voisinage, accès à l'emploi et aux services, externalités positives et négatives, etc.), et qui sont l'objet de la transaction. L'hypothèse sous-jacente est que le prix d'équilibre du marché reflète l'utilité retirée de la consommation de ces attributs. Moyennant le respect d'un certain nombre d'hypothèses relatives à la théorie des probabilités, il est dès lors possible d'isoler la contribution marginale qu'exerce un attribut spécifique (e.g. la proximité d'une station de métro) sur la valeur du bien. Comme en font foi le rapport d'expertise et les tableaux synthèse qui l'accompagnent, l'un des grands avantages de cette approche générique est sa versatilité, notamment son adaptabilité à diverses problématiques par l'adjonction de procédures d'analyse complémentaires (e.g. modèles spatiaux et spatio-temporels, méthode des différences-en-différences, etc.).

Le sommaire exécutif résume les faits saillants qui se dégagent de la revue de littérature sur la base d'une classification des effets de proximité associés au TC selon deux catégories principales de déterminants, à savoir les déterminants temporels et spatiaux. Ces catégories sont elles-mêmes subdivisées en quatre sous-catégories soit, pour les déterminants temporels, les phases d'implantation d'un projet et les aspects liés à la conjoncture économique et, pour les déterminants spatiaux, les facteurs intrinsèques et extrinsèques au mode de transport considéré. Enfin, pour chaque sous-catégorie, on retrouve un ensemble de thèmes récurrents dans la

littérature consultée. Certaines conclusions des recherches sont par ailleurs généralisables à tous les modes de TC. C'est le cas du SLR, du tramway et du STB dont les faits saillants sont regroupés au sein d'une section générale. La démarche adoptée est illustrée à la Figure 1 qui suit.

Figure 1 – Déterminants des effets de proximité associés au TC



Avant même de procéder à une désagrégation des effets de proximité (Figure 1), il convient de mentionner qu'il n'existe pas de consensus clair à savoir si les infrastructures de TC génèrent une création nette de valeur ou simplement un transfert dans l'espace des valeurs foncières et immobilières. De manière plus nuancée, la réponse dépend du territoire considéré dans l'analyse (e.g. la Ville de Montréal vs le centre-ville ou la RMM), du mode de transport considéré, du type de propriété (e.g. unifamiliale vs copropriété, locatif ou commercial), du segment de marché considéré (e.g. hauts vs bas revenus) et de la localisation (centrale vs périphérique). Qu'il s'agisse de création nette ou de transfert de valeur, toutefois, la prime de proximité reflète toujours les économies de temps de déplacement (i.e. le coût d'option) liées aux nouvelles infrastructures de TC.

Par ailleurs, les stratégies de financement des infrastructures de TC peuvent être considérées indépendamment de la nature des primes de proximité (création nette ou transfert de valeur). La question est plutôt de savoir si l'on opte pour l'imposition d'une nouvelle taxe (e.g. redevances de développement chargées au promoteur d'un projet en périphérie), généralement refilée à l'utilisateur final, ou pour une répartition concertée de l'impôt foncier supplémentaire découlant de la mise en place des infrastructures de TC (e.g. captation des plus-values foncières).

Voici donc une présentation des principaux déterminants qui émanent de notre analyse :

(i) Faits saillants généralisables à tous les modes de TC

a. Déterminants temporels (phases d'implantation du projet)

- La phase de réalisation considérée d'un réseau de transport sur rail – TSR (i.e., annonce, construction, exploitation) engendre des retombées globalement positives sur les valeurs immobilières, les primes de proximité, qui se font sentir dès l'annonce du projet (effet

d'anticipation) et plus encore lors de la mise en service des stations, ayant tendance à augmenter dans le temps.

- La période de construction génère une série d'externalités négatives, lesquelles varient selon la qualité des stratégies d'aménagement employées. Cela se traduit généralement par des rabais de proximité plus accentués durant cette phase, mais qui ont tendance à s'atténuer progressivement suite à la mise en service du réseau.
- L'ampleur des externalités négatives et leur rayon d'influence autour des stations sont plus prononcés durant les phases d'annonce et de construction du projet et tendent à diminuer après la mise en service du réseau.
- Après environ six ou sept ans d'exploitation, les effets de proximité d'une station associés à un réseau de transport sur rail (SLR et tramway) sont entièrement internalisés dans les prix (effet de maturité).
- Les effets de proximité d'une extension au réseau de TC affectent non seulement le marché immobilier autour des nouvelles stations, mais plus globalement l'ensemble des secteurs avoisinant les corridors dans la mesure où ces secteurs bénéficient désormais d'une meilleure accessibilité aux pôles d'emploi et de services régionaux (métro et SRB).
- Dans l'hypothèse d'un bassin de clientèle stable, l'augmentation de l'offre de TC via une extension du réseau se traduit par une dilution des effets de proximité sur un plus grand territoire de desserte.

b. Déterminants temporels (conjoncture économique)

- Le contexte économique affecte les effets de proximité sur toute la durée de vie du projet, plus particulièrement dans les phases embryonnaires où le degré d'incertitude est le plus élevé.
- Au niveau local, le contexte socio-économique de la ville joue un rôle important dans le succès du TC. Un déclin démographique et/ou un taux de chômage élevé déprime *de facto* le marché immobilier dans son ensemble et décourage l'arrivée de nouveaux investisseurs.
- Bien que la recherche portant sur l'impact de la conjoncture économique sur l'ampleur des effets de proximité demeure très sporadique et spécifique aux modes de transport et aux contextes urbains sous étude, on retiendra qu'en période d'adversité économique, le secteur résidentiel s'avère plus résilient que le secteur commercial en raison des risques d'exploitation et financiers plus élevés que ce dernier doit supporter. Par ailleurs, les investissements structurants en TC semblent améliorer la résilience des marchés face aux chocs économiques.

c. Déterminants spatiaux intrinsèques (offre de service, dynamique intermodale, configuration du réseau et du territoire urbain)

- De façon très générale, les recherches – notamment les méta-analyses - suggèrent une certaine hiérarchie dans les effets de proximité et les externalités négatives associés aux divers modes de transport collectif, soit, par ordre d'importance décroissante, le STB, le métro, le SLR, le Tramway et le SRB. Dans ce dernier cas, la qualité de la desserte ne semble pas exercer d'influence significative sur les effets de proximité liés à ce mode; cette conclusion ne fait toutefois pas l'unanimité auprès des chercheurs.

- Dans tous les cas, un investissement en TC structurant de TSR peut contribuer positivement à soutenir la résilience des marchés immobiliers qu'il dessert.
- La qualité du service, en particulier le niveau de confort, la fréquence et la distance interstation, laquelle croît avec la longueur des trajets à effectuer, constitue un autre déterminant majeur de l'achalandage d'un réseau de TC. Si une fréquence accrue implique un coût de service par usager plus élevé, elle confère des bénéfices agrégés qui surpassent généralement les frais additionnels (e.g. Rive-Sud de Montréal).
- La densité du réseau de métro et son degré de connectivité aux modes alternatifs de TC (bus, tramway, réseau ferroviaire) sont aussi des déterminants majeurs de l'ampleur des primes de proximité générées au voisinage des stations.
- Moyennant une offre de transport collectif multimodale et dans un contexte de forte concurrence avec l'automobile, la prise en compte d'un accès facile au réseau autoroutier depuis la résidence tend à atténuer les primes de proximité associées au TC.
- L'accès aux modes alternatifs de TC dans le voisinage des stations dilue les gains d'accessibilité. Ce constat souligne l'importance d'assurer une certaine complémentarité, plutôt qu'une substituabilité entre les divers modes de TC présents sur le territoire, via, notamment, les stations avec correspondance aux nœuds stratégiques du réseau.
- Alternativement, les stations offrant des services de vélo-partage, nonobstant leur distance au quartier central des affaires (QCA-CBD), et les espaces de covoiturage exercent des effets positifs sur les prix : faibles en externalités négatives, ces infrastructures rejoignent une clientèle sensible à l'environnement en plus de lui faciliter l'accès aux pôles de services.
- Les hausses de valeur, tant pour les propriétés résidentielles que commerciales, se concentrent autour des stations de TC (i.e., < 400 m commercial et > 400 m résidentiel) plutôt que le long du corridor desservi. Dans la plupart des cas consultés, la proximité d'un corridor de TSR (i.e., entre 20 m et 100 m) affecte à la baisse la valeur des propriétés résidentielles.
- Si les gains d'accessibilité à l'emploi ressortent comme les principaux déterminants des effets de proximité, d'autres facteurs, tels l'accessibilité aux services (e.g. éducation, santé), aux commerces et aux aménités urbaines (e.g. espaces verts, environnements naturels, plans d'eau, etc.) affectent également la direction et l'ampleur des primes de proximité, tout comme la forme urbaine.
- Contrairement à ce que l'on observe avec une structure traditionnellement monocentrique (modèle de Alonso-Muth-Mills), le phénomène de polynucléation (centres-villes multiples) a pour effet de diffuser sur l'ensemble du territoire les hausses de valeur dues au TC (diminution du gradient rente-distance), comme c'est le cas dans plusieurs villes canadiennes.
- La taille et la densité résidentielle d'une ville influent fortement sur les effets de proximité liés à l'accessibilité régionale, mais beaucoup moins sur ceux qui découlent de l'accessibilité locale en raison notamment de l'offre élevée de TC et de la multiplicité des choix modaux dont disposent les usagers des grands centres. Dans ce contexte, la proximité de la station la plus fréquentée, plutôt que la plus proche, est souvent plus fortement valorisée par les usagers d'un réseau de TSR.

d. Déterminants spatiaux extrinsèques (stratégies de planification, aires DOTC, type de propriété, distance au QCA)

- Dès l'annonce du projet, il convient d'enclencher les processus de planification et de réglementation de l'utilisation des sols dans le but d'accélérer les développements immobiliers anticipés par les acteurs du marché et, le cas échéant, d'en réorienter le calendrier (e.g. Ottawa).
- La réglementation et les normes urbanistiques en vigueur doivent s'adapter au profil de préférence des clientèles desservies (e.g. faible vs forte densité résidentielle, fonction résidentielle vs commerciale, aménagements piétonniers, stationnement incitatif) de façon à maximiser les retombées positives et à minimiser les externalités négatives (pollution sonore et visuelle, congestion, difficulté de circulation piétonne).
- La composition du parc immobilier dans le voisinage des stations affecte l'ampleur et la direction des effets de proximité qui devancent généralement les changements d'utilisation du sol. Ce sont les prix des terrains vacants qui réagissent le plus fortement à l'implantation d'un SLR, suivis des propriétés commerciales, puis des résidences, tant unifamiliales que multifamiliales (dont les condominiums) et enfin des propriétés industrielles.
- L'historique du parc immobilier dicte aussi les standards en matière de préférences du voisinage. Les changements imposés par la réglementation doivent contribuer à l'avènement d'une nouvelle clientèle plus encline aux aménagements DOTC, moduler le coût d'utilisation de la voiture pour en limiter l'usage et concevoir des infrastructures connexes au réseau qui facilitent l'accès aux stations.
- Les propriétés haut de gamme (unifamiliales, condominiums) réagissent plus sensiblement aux effets de proximité que celles destinées aux clientèles à plus faible revenu où les logements multi-étages ont la cote. Ce constat milite en faveur de la mise en place d'un système de captation de la plus-value foncière reposant sur un mode de taxation progressive à des fins de financement du réseau.
- D'une façon générale, et bien que ce ne soit pas nécessairement le cas pour tous les types de logements, les avantages de proximité dont jouissent les propriétés résidentielles sont plus marqués à une certaine distance du QCA. Inversement, le secteur commercial voit sa rente différentielle de localisation optimisée là où le niveau d'achalandage piétonnier – généralement plus élevé au QCA – est maximal.
- La prime de proximité relative aux propriétés du secteur commercial est maximisée dans un rayon de 400 m d'une station de STB; cette prime diminue en outre avec la distance au QCA. Au-delà de 400 m, la prime commerciale s'estompe progressivement et les effets de proximité favorisent plutôt la fonction résidentielle.

(ii) Métro

Déterminants spatiaux (type de station, aires DOTC)

- Dans les villes dont le réseau de métro est en partie hors-sol (au niveau de la chaussée ou surélevé) et souterrain, la prime de proximité est nettement plus élevée pour les terrains et les propriétés, tant résidentielles que commerciales, qui se situent dans le voisinage des stations du réseau souterrain.
- En conséquence, le type de station de métro s'avère un élément crucial dans l'estimation des effets de proximité. Les recherches récentes réalisées sur Toronto et Vancouver suggèrent que, relativement aux stations situées au niveau du sol, tous les autres types de

stations (surélevée ouverte ou couverte, semi-souterraine et souterraine en tranchée ouverte ou couverte) génèrent des primes de proximité qui s'avèrent, en moyenne, supérieures.

- Plus spécifiquement, les résidences situées dans un rayon de 250 m de stations souterraines bénéficient d'une prime de marché substantielle alors que la forte proximité à une station du réseau hors-sol se traduit par un rabais en raison du bruit qu'elle occasionne et du faible potentiel piétonnier (marchabilité) de son environnement immédiat.
- Lorsqu'une station de métro ou de SLR est intégrée à une aire de développement orientée sur les transports collectifs (DOTC-TOD), son rayon d'influence positive pour la fonction résidentielle (typiquement 400 m – 1,2 km) peut s'étendre à 2 km selon le niveau de fréquentation de la station et le degré de marchabilité du secteur. Notamment, les stations accessibles à pied s'insèrent mieux dans les quartiers DOTC, alors que les stations accessibles en voiture répondent plutôt aux besoins des quartiers résidentiels périphériques.
- La littérature demeure ambiguë relativement à l'impact qu'exerce sur les valeurs résidentielles la présence d'un stationnement incitatif à proximité d'une station de métro ou de SLR (externalité négative vs positive). Les effets inverses obtenus pour le train de banlieue de la Rive-Sud de Montréal (primes) et l'extension du métro de Laval (rabais) en sont une bonne illustration.

(iii) SRB

Déterminants temporels (phases d'implantation du projet) et spatiaux (offre)

- Les réseaux de SRB mis en service depuis plus de trois ans génèrent des effets de proximité sensiblement supérieurs à ceux que l'on observe au cours des phases précédentes, ce qui donne une indication du délai requis pour atteindre la maturité du réseau.
- Globalement, l'offre de service optimale d'un réseau de SRB repose sur des itinéraires diversifiés et à grande fréquence durant les heures de pointe et sur le maintien d'une desserte raisonnable (nombre d'arrêts et fréquence du service) en périodes hors pointe.

En conclusion, on retiendra de cet exercice d'analyse et de synthèse qu'un investissement en TC doit être perçu comme un projet global et intégré dont le succès implique la réussite de chacune de ses étapes de réalisation. Si tel n'est pas le cas, « l'effet domino » cesse d'opérer et ses retombées économiques sont remises en cause. Or, les effets néfastes liés à l'échec d'une phase donnée du projet agissent à retardement et avec beaucoup de latence : si la probabilité d'échec de chaque composante apparaît faible à prime abord, la probabilité d'un échec global augmente avec le nombre d'étapes requises. Ce constat, bien documenté dans la littérature, nous amène à considérer le risque systémique d'un investissement en TC comme étant la somme d'une suite d'opérations considérées à tort comme étant plus ou moins indépendantes les unes des autres. Pour cette raison, il apparaît fondamental d'envisager la planification d'un système de TC dans sa globalité et sur le long terme.

TABLE DES MATIÈRES

Sommaire exécutif.....	II
Table des matières.....	i
1. Contexte de l'étude	- 1 -
2. Objectifs et compréhension du mandat	- 1 -
3. Description du mandat	- 1 -
4. Approche utilisée	- 2 -
5. Les retombées d'un réseau de MÉTRO sur les valeurs immobilières	- 3 -
5.1. Revue de la littérature	- 3 -
5.2. Synthèse et conclusion des recherches sur l'impact du métro	- 20 -
6. Les retombées d'un réseau de SLR sur les valeurs immobilières	- 23 -
6.1. Revue de la littérature	- 23 -
6.2. Synthèse et conclusion des recherches sur l'impact du SLR.....	- 33 -
7. Les retombées d'un réseau de TRAMWAY sur les valeurs immobilières	- 36 -
7.1. Revue de la littérature	- 36 -
7.2. Synthèse et conclusion des recherches sur l'impact du tramway	- 40 -
8. Les retombées d'un réseau de BUS sur les valeurs immobilières	- 42 -
8.1. Revue de la littérature	- 42 -
8.2. Synthèse et conclusion des recherches sur l'impact du bus	- 47 -
9. Les retombées d'un réseau de STB sur les valeurs immobilières	- 50 -
9.1. Revue de la littérature	- 50 -
9.2. Synthèse et conclusion des recherches sur l'impact du STB.....	- 58 -
10. Conclusion générale sur les effets d'une infrastructure de TC sur les valeurs foncières et immobilières	- 61 -
Références bibliographiques	- 65 -
ANNEXE I : Liste des abréviations, sigles et acronymes	- 73 -
ANNEXE II : Tableaux synthèse des recherches recensées (Documents Excel-pdf).....	- 75 -
a. Tableau synthèse 1 : Mode Métro	- 75 -
b. Tableau synthèse 2 : Mode Système Léger sur Rail.....	- 75 -
c. Tableau synthèse 3 : Mode Tramway.....	- 75 -
d. Tableau synthèse 4 : Mode Bus	- 75 -
e. Tableau synthèse 5 : Mode Train de Banlieue	- 75 -

1. CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Au sein de la Ville de Montréal, la direction des projets de mobilité durable (DPMD) est l'unité administrative responsable du bureau de projet de ligne rose, dont le mandat est d'évaluer le potentiel du projet en matière de développement économique, social et urbain. Cette démarche est complémentaire aux études de mobilité réalisée conjointement avec les partenaires de la région au sein des bureaux d'études de l'Autorité régionale de transport métropolitain (ARTM). L'objectif du bureau de projet est donc d'enrichir les études traditionnelles en transport en abordant des thématiques d'importance pour la Ville de Montréal de manière à définir les conditions de succès et le potentiel de cette nouvelle offre de transport dans la région.

Rappelons que la ligne rose est composée de deux tronçons : un premier tronçon souterrain reliant en métro le nord-est de Montréal au centre-ville et un deuxième tronçon en surface reliant en tramway le Grand Sud-Ouest de Montréal au centre-ville. À cette étape, la solution envisagée pour chaque tronçon, notamment son implantation verticale (souterrain, au sol, aérien), vise à maximiser les bénéfices d'un mode structurant de transport en commun tout en minimisant les impacts négatifs des infrastructures sur la qualité de vie des milieux traversés.

2. OBJECTIFS ET COMPRÉHENSION DU MANDAT

L'objectif du présent mandat est de recenser et d'analyser les effets d'une infrastructure de transport en commun d'envergure sur les valeurs foncières et immobilières des quartiers traversés. Compte tenu du contexte énoncé plus haut (projet de ligne rose), la revue de littérature porte sur l'analyse des impacts d'infrastructures de transport collectif en territoire urbain densifié sur les valeurs foncières et immobilières – en particulier résidentielles. L'étude cible cinq modes de transport collectif, soit le métro, le système léger sur rail (SLR-LRT), le tramway, le service rapide par bus (SRB-BRT) et le train de banlieue (STB-CRT) dans un contexte urbain qui s'apparente dans la mesure du possible à celui de Montréal.

3. DESCRIPTION DU MANDAT

Le mandat consiste à recenser et à décrire, par le biais d'une revue de la littérature, les facteurs qui influencent la rente de localisation différentielle des biens fonciers et immobiliers situés à proximité des infrastructures, à la fois le long du parcours et aux points d'accès des cinq modes de transport en commun énoncés plus haut.

Dans la mesure où la littérature le permet, l'étude prend en considération les caractéristiques du mode (vitesse, capacité, fréquence, amplitude, confort, nuisances, etc.) qui influencent la valeur foncière. De plus, et toujours dans les limites de la littérature existante sur le sujet, une attention particulière est portée à l'implantation verticale des différents modes (souterrain, au sol, aérien), toute chose étant égale par ailleurs, c'est-à-dire en considérant théoriquement une offre de service comparable.

Si la recherche documentaire et le rapport qui en découle déborde du cadre canadien, voire nord-américain, elle est guidée par l'applicabilité des résultats de recherches antérieures au cas de Montréal. La revue de la littérature tente notamment d'illustrer, à l'aide d'exemples concrets, les

différences significatives observées en matière de développement immobilier et de valeurs foncières entre les différents points d'accès d'un même mode, par exemple le métro, en fonction du contexte urbain.

4. APPROCHE UTILISÉE

Sans délaisser les publications d'organismes publics (rapports gouvernementaux et documents de politiques) et privés (firmes de consultation et de recherche) de même que les autres productions (e.g. des thèses) qui présentent un intérêt dans le cadre du présent mandat, la revue de littérature cible prioritairement les résultats des recherches académiques publiés dans des revues arbitrées et qui s'appuient sur une approche méthodologique adéquate et reconnue. La démarche consiste à répertorier, à analyser et à synthétiser les résultats des recherches les plus pertinentes pour chacun des modes de transport collectif identifiés plus haut (i.e. métro, SLR, tramway, SRB et STB). Bien que non exhaustive, cette revue de littérature repose sur une analyse approfondie de quelque 113 études portant sur les retombées des divers modes de transport collectif sur les valeurs foncières et immobilières urbaines et touche un grand nombre de pays et de continents, dont le Canada, les États-Unis, l'Amérique du Sud, l'Europe de l'Ouest, l'Europe centrale, la Scandinavie, le Proche et Moyen-Orient, l'Océanie et l'Asie. Quinze de ces recherches réfèrent à des cas portant sur des villes canadiennes, dont Ottawa, Hamilton, Toronto, Kitchener-Waterloo, Vancouver, Montréal et Québec. Les contextes dans lesquels ont été réalisées ces études sont donc très variés, d'où la difficulté d'en tirer des conclusions universelles sur la direction et l'ampleur des impacts (effets de proximité) découlant de la mise en place de nouvelles infrastructures de TC ou de leur amélioration. Compte tenu de l'ampleur de la littérature sur le sujet et des délais relativement serrés qui nous étaient impartis pour mener à bien le mandat, il nous semblait tout à fait justifiable de circonscrire la revue de littérature aux productions ayant fait l'objet d'une publication au cours des vingt dernières années (2000-2020). Le cas échéant toutefois, l'analyse considère des recherches antérieures à 2000 lorsque ces dernières s'avèrent particulièrement pertinentes eu égard au mandat.

Dans l'immense majorité des cas, les analyses reposent sur l'application de la méthode des prix hédoniques (MPH / HPM) et ses extensions. En bref, la MPH est une approche économétrique reposant sur l'analyse de régression multiple (RLM / MLR) qui permet de décortiquer le prix d'un bien complexe (ou hétérogène) transigé sur le marché en ses éléments constitutifs. Bien complexe par excellence, le logement est constitué d'un panier d'attributs, tant intrinsèques (superficie, nombre de chambres, âge, etc.) qu'extrinsèques (caractéristiques du voisinage, accès à l'emploi et aux services, externalités positives et négatives, etc.), et qui sont l'objet de la transaction. L'hypothèse sous-jacente est que le prix d'équilibre du marché reflète l'utilité retirée de la consommation de ces attributs. Moyennant le respect d'un certain nombre d'hypothèses relatives à la théorie des probabilités, il est dès lors possible d'isoler la contribution marginale qu'exerce un attribut spécifique (e.g. la proximité d'une station de métro) sur la valeur du bien. Comme en font foi le rapport d'expertise et les tableaux synthèse qui l'accompagnent, l'un des grands avantages de cette approche générique est sa versatilité, notamment son adaptabilité à diverses problématiques par l'adjonction de procédures d'analyse complémentaires (e.g. modèles spatiaux et spatio-temporels, méthode des différences-en-différences, etc.).

Pour la suite du document, la revue de littérature est traitée par thème, en commençant par les recherches relatives aux retombées du métro et en terminant par celles, plus hétérogènes, qui traitent de l'impact des systèmes ferroviaires lourds (notamment des trains de banlieue, ces dernières s'avérant plus pertinentes dans le cadre de la problématique abordée ici). Par ailleurs, sans négliger les autres modes de TC, une attention particulière est accordée à la recension des travaux portant sur le métro, le SLR et le tramway dans la mesure où l'objectif du présent mandat est d'éclairer les décideurs publics sur le projet de ligne rose à Montréal. D'une façon générale, la revue de littérature est couverte selon l'ordre chronologique des contributions bien que, par souci de cohérence et dans le but d'établir les liens qui s'imposent entre ces dernières, cette règle ne soit pas rigoureusement respectée. Quant aux références bibliographiques, elles sont regroupées en fin de document plutôt que par thème de façon à éviter les citations multiples. Chaque mode de transport fait en outre l'objet d'un tableau synthèse (Tableaux synthèse 1 à 5, en format pdf) déposé en annexe du document principal¹ et qui résume les principaux paramètres des recherches². Enfin, les expressions techniques utilisées dans le document sont développées intégralement lors de leur première mention et suivies de leur acronyme bilingue; par la suite, seul l'acronyme français ou anglais est utilisé, selon le cas. La liste complète de ces expressions et de leur traduction anglaise, accompagnée des leurs acronymes respectifs, figure à l'Annexe I.

5. LES RETOMBÉES D'UN RÉSEAU DE MÉTRO SUR LES VALEURS IMMOBILIÈRES

5.1. Revue de la littérature

Les premières recherches sur l'impact d'un métro sur les valeurs immobilières dans un contexte canadien remontent au milieu des années 1970. Dewees (1976) examine l'impact de la substitution d'une ligne de métro au tramway sur les valeurs résidentielles le long du corridor Bloor-Danforth, à Toronto, entre 1961 et 1971, soit suite à l'annonce de la première phase du projet (tronçon de 8 milles) en septembre 1958 et suivant la mise en service du second tronçon de 4 milles en mai 1968. Son échantillon se compose de 1 864 transactions unifamiliales, dont 690 en 1961 et 1174 en 1971. L'auteur utilise la méthode des prix hédoniques (Rosen, 1974) selon une procédure de régression linéaire fragmentée. Les 19 variables de contrôle utilisées dans l'analyse portent sur les attributs quantitatifs et qualitatifs du bâtiment ainsi que sur les caractéristiques du voisinage. Plusieurs spécifications sont utilisées pour la variable d'intérêt, dont la distance et le temps pondéré de déplacement (marche, attente et déplacement) depuis la résidence jusqu'au corridor et au centre-ville de Toronto. Bien que les résultats de la régression diffèrent selon la spécification utilisée et l'année considérée, le temps pondéré de déplacement pour les propriétés situées à moins de 20 minutes de marche (un tiers de mille) du corridor Bloor produit les résultats les plus cohérents eu égard à la théorie ricardienne, tant pour 1961 que pour 1971. Par ailleurs, la hausse des valeurs résidentielles observées au cours de la période affecte principalement les propriétés situées à proximité des stations de métro plutôt que le long du corridor.

¹ Annexe II : Tableaux synthèse des recherches recensées (Documents Excel-pdf).

² Ces paramètres sont : l'année de publication, le nom des auteurs, la ville et le pays ciblés, le contexte urbain, le type de propriété et la période d'analyse, le nombre d'observations et de variables d'intérêt et de contrôle, l'identification des variables d'intérêt et de la variable dépendante, les différentes phases considérées pour le projet, la ou les approches analytiques utilisées, les principaux résultats de la recherche ainsi que la contribution particulière à la littérature.

Toujours dans le contexte torontois, Bajic (1983) fait remarquer que le prix implicite du temps de déplacement estimé par Dewees (1976) est trop faible, ce qui impliquerait un rendement annuel exigé d'environ 17% sur une période de 35 ans afin d'actualiser les économies de temps dans la valeur résidentielle. Dans une étude d'impact sur l'extension de la *Spadina Line* (9,9 km, 8 stations), l'auteur identifie d'abord la probabilité d'opter pour le mode auto (vs. le métro) à l'aide d'un modèle logit d'utilité aléatoire alimenté par une enquête sur les habitudes de déplacement de 385 ménages en 1978 et estiment à 120\$ annuellement l'économie réalisée par ménage utilisateur du métro. Dans un deuxième modèle de type MPH, l'auteur forme quatre sous-échantillons regroupant plus de 2 000 transactions résidentielles unifamiliales, dont deux situés à l'extérieur du corridor (groupe témoin) et deux groupes situés à l'intérieur du corridor desservi pour les années 1971 (un an avant l'annonce du projet) et 1978 (mise en service de la ligne). Les résultats suggèrent une prime de 2 237 \$ sur le prix de ces résidences due à une meilleure accessibilité au métro. Sur un horizon de 35 ans, l'actualisation de ces économies (120 \$) équivaut à la prime estimée (2 237 \$) moyennant un rendement implicite d'environ 4%. Cette divergence de résultats par rapport à Dewees (1976) fait ressortir l'importance d'utiliser des variables d'accessibilité aux transports en commun plus complexes. De plus, une analyse de la variation des prix hédoniques entre les deux sous-échantillons (témoin vs le corridor) pour 1971 et 1978 ne révèle pas de différences significatives, indiquant que l'augmentation globale des valeurs immobilières n'a pas été induite par l'ouverture de la nouvelle ligne. Cela dit, le prix implicite du déplacement a augmenté substantiellement de 1971 à 1978, suggérant de nouveau un « effet local », soit un transfert de valeur des résidences éloignées des stations vers les résidences situées à proximité.

Dans une dernière étude sur le Grand Toronto (GTA), Haider et Miller (2000) cherchent à établir les principaux déterminants des valeurs résidentielles à l'aide d'un échantillon de 27 400 maisons unifamiliales isolées transigées en 1995. Un modèle MPH de forme fonctionnelle log-linéaire est utilisé en appliquant successivement la procédure OLS, avec et sans variables de localisation, puis un modèle spatial autorégressif de type SAR. Dans ce dernier cas, la matrice de pondération spatiale appliquée à la variable y décalée comporte également une composante temporelle qui donne plus de poids aux transactions des six derniers mois précédant une vente i . Le modèle comporte 11 variables structurelles, 5 variables socio-économiques, et 5 variables de localisation, dont la distance au QCA et 4 variables binaires (série de zones tampons) de proximité à l'autoroute, au centre commercial, à la plage (Lakeshore) et au réseau de métro (localisation dans un rayon de 1,5 km d'une ligne). Les résultats confirment l'influence positive qu'exerce la proximité du métro sur les prix résidentiels, la prime de proximité étant de l'ordre de 4 000\$, soit environ 2% de la valeur.

Outre l'effet local, Damm et al. (1980) analysent les effets d'anticipation dans le cas du métro de Washington D.C. à partir de trois types de propriétés (résidentiel unifamilial, multifamilial et commerce de détail) totalisant près de 1 500 transactions. Les auteurs constatent que le marché incorpore au prix des résidences avoisinantes le coût d'attente lié aux bénéfices d'accessibilité du métro en escomptant davantage les stations plus récentes au profit des propriétés situées à proximité des stations plus anciennes, lesquelles bénéficient donc d'une prime de marché supérieure. Cela dit, l'effet de proximité n'est pas toujours présent. Gatzlaff et Smith (1993) analysent l'impact du métro de Miami sur la période 1971-1990 et en concluent à un impact non

significatif de la distance d'une station de métro sur la valeur des résidences. En comparant un indice de prix construit selon la RSM sur un échantillon de 912 résidences unifamiliales non substantiellement rénovées à un indice agrégé de la zone statistique métropolitaine de Miami (N = 63 555), les auteurs n'observent pas de différence significative dans les tendances de prix de 1971 à 1990. Une analyse plus micro via un HPM assorti d'une transformation de Box-Cox (1964) permet de faire ressortir l'effet interactif de la distance sur les prix de vente selon que la propriété a été vendue avant ou après l'annonce de la nouvelle ligne de métro en 1980. Pour les huit stations sélectionnées et regroupées en deux modèles (4 au sud, 4 au nord), seuls les quartiers du nord font état de variations positives et significatives des valeurs avec la distance aux stations après l'annonce du métro, ce qui suggère la prédominance d'externalités négatives (e.g., bruit, pollution, circulation accrue, criminalité, etc...). Selon les auteurs, et compte tenu du contexte de l'époque, cet impact limité peut être dû au faible taux d'achalandage du métro comparativement aux estimations initiales ainsi qu'à la configuration plus décentralisée du centre urbain de Miami. Ce dernier élément rappelle l'importance de la structure spatiale urbaine (monocentrique, polycentrique, dispersée) qui oriente les politiques d'investissement en matière de transport public et affecte les choix de localisation des ménages et des entreprises et, partant, la structure des rentes foncières eu égard au modèle standard Alonso-Muth-Mills (cf. Alonso, 1964 ; Muth, 1969 ; Mills, 1967 & 1972).

À mi-chemin entre ces deux études contrastées, Laakso (1992) obtient des résultats plus nuancés en dégagant une relation quadratique entre le prix des logements multifamiliaux à Helsinki, en Finlande, et la distance de la résidence à la station de métro la plus proche. Son analyse porte sur quelque 6 700 ventes de propriétés situées à proximité du métro et transigées au cours des années 1971 (début de la construction du métro), 1982, 1986 et 1989 (achèvement des 1^{er}, 2^{ème} et 3^{ème} tronçons, respectivement). Les auteurs élaborent un HPM de forme fonctionnelle log-linéaire comportant 41 descripteurs, dont 12 d'intérêt. Parmi ceux-ci, on retrouve cinq variables catégorielles pour des zones tampons de 250 m dans un rayon de 0 à 1 250 m des stations. Une analyse similaire a également été faite pour le cas des gares ferroviaires. Dans les deux cas, on constate une hausse minimale, mais significative, des valeurs à l'intérieur des zones tampons de 0-250 m et de 750-1000 m, alors que les hausses maximales se retrouvent plutôt dans l'intervalle 250-750 m. Ces résultats, qui – à l'instar de nombreuses études - suggèrent la présence d'externalités négatives pour les localisations les plus proches des stations, doivent toutefois être interprétés avec prudence compte tenu de l'hétéroscédasticité des erreurs du modèle et de la présence de multicollinéarité entre les variables indépendantes.

Dans une étude sur la ligne 5 du métro de Séoul, Bae et al. (2003) comparent le prix moyen de 241 condos types présentant pour 1989 (année de l'annonce) les mêmes caractéristiques qu'en 1995 (pendant la construction), 1997 (mise en exploitation) et 2000 (3 ans après la mise en exploitation). Les auteurs font ressortir que la distance de la résidence aux deux pôles secondaires de la ville explique significativement la variation des prix sur toutes les périodes. Selon les auteurs, les deux centres secondaires en question (Kangnam et Yeongdungpo) commandent, dans le premier cas une prime et, dans le second, un rabais de proximité en raison de leur nature respectivement commerciale et industrielle. Contrairement aux métriques de distance relatives à la station de métro et du quartier central des affaires (*Central Business District*, ci-après « QCA »), les auteurs constatent que (i) la distance au QCA n'est pas significative pour

toutes les périodes et que (ii) la proximité d'une station de métro augmente effectivement la valeur d'une résidence depuis l'annonce du projet jusqu'à la mise en exploitation (i.e., de 1989 à 1997), mais que trois ans après l'exploitation (2000), l'effet marginal s'estompe. Ces résultats, qui nous ramènent à la question de l'influence du pattern de développement urbain sur la structure des rentes foncières soulevée plus haut, trouvent leur écho dans l'étude de Sweet et al. (2016) portant sur la structure spatiale de huit centres urbains canadiens. Les auteurs utilisent deux modèles monocentriques (seuil absolu et relatif) afin de mesurer la part des emplois régionaux à l'intérieur du QCA et constatent que la densité d'emploi pour Montréal y est relativement plus élevée qu'à Toronto et Vancouver et que les centres d'emploi tendent à se développer autant dans les pôles secondaires qu'au centre-ville, notamment près des aéroports (e.g., Pointe-Claire et Saint-Laurent dans le cas de Montréal).

À la lumière de ces résultats, l'hypothèse de monocentricité du modèle AMM normalement considérée dans une approche MPH pour décrire les prix résidentiels semble inappropriée. Plus récemment, Ahlfeldt (2013) étudie l'impact des extensions au Métro de Londres, au Royaume-Uni, sur la période 1995-2008 à l'aide d'une approche gravitaire. L'auteur modélise une variable permettant de considérer les coûts d'opportunités en déplacement liés au métro vs tout autre mode de transport. À partir d'un échantillon de transactions résidentielles ($n=60\,748$) agrégées en zones postales, l'auteur infère d'abord le temps de déplacement minimum interzone T_{ij} avant et après la mise en service des extensions Jubile et Docklands Light Railway en 1999 à l'aide d'une forme fonctionnelle qui prend en considération l'employabilité des secteurs (la proportion d'emplois contenue dans chaque zone) ainsi que la structure convexe des préférences relativement au temps de déplacement : il en ressort que doubler l'accès au marché de l'emploi rapporte un effet d'utilité équivalent à une hausse du salaire mensuel de 383 £. Le modèle final, estimé par l'approche MPH, établit un lien positif entre les prix de transaction et l'employabilité. Plusieurs structures de données sont ensuite testées, soit (i) des coupes transversales (point de départ), (ii) un modèle de ventes répétées (RSM) et (iii) des données de quasi-panel. Le modèle dérivé de l'approche RSM a l'avantage de contrôler pour les effets fixes individuels non observables, alors que le recours à des données de quasi-panel permet de prendre en compte le potentiel d'employabilité existant pour chaque année. Dans un test de prédiction hors-échantillon, l'utilisation du critère d'employabilité conduit à des performances nettement supérieures comparativement à la distance au QCA ou à la station de métro la plus proche. Les résultats de la recherche suggèrent que les extensions au métro de Londres se sont traduites par un effet agrégé de 716 M£ sur les valeurs résidentielles, ce qui soulève le débat épineux sur les moyens de financement relatifs aux infrastructures publiques.

Dans la même veine, Mitchell et Vickers (2003) s'étaient antérieurement penchés sur la plus-value économique générée par l'extension de la ligne du Jubilé (*JLE*) du Métro de Londres, au Royaume-Uni. Commandé par l'organisme public local responsable des transports en commun pour la ville *Transport pour Londres*, le rapport fait état d'une hausse agrégée substantielle des valeurs immobilières résidentielles dans un rayon de 1 000 verges (900 m) des dix stations entre l'amorce de la construction du *JLE* (1995) et deux ans après sa mise en exploitation (2001). Cet estimé est obtenu en utilisant les prix de plus de 6 200 transactions réparties entre les zones d'impact visées par l'étude – une par station – et les zones témoins correspondantes. Ces zones sont définies sur la base des codes postaux et permettent d'en déduire l'augmentation du prix

moyen pour la période d'étude. L'exercice a pu être complété pour six des dix stations concernées et il s'avère que la différence de prix entre la zone d'impact et la zone témoin est significative pour cinq d'entre elles. L'effet net inféré pour deux de ces stations a ensuite permis d'approximer celui des quatre stations manquantes. En pondérant pour le nombre d'habitations estimées, on obtient un gain de valeur attribuable à la JLE de l'ordre de 9G £ (vs. 3,5 G £ déboursé pour la JLE). Bien qu'il s'agisse d'un ordre de grandeur et que ces estimations excèdent de beaucoup les résultats obtenus par Ahlfeldt (2013), les auteurs insistent sur le raisonnement économique voulant qu'une infrastructure de transport public soit générateur de prospérité et qu'il est possible d'en tirer profit par des politiques de récupération des plus-values.

Dans un esprit similaire, McMillen et McDonald (2004) estiment à environ 216 M\$ l'augmentation nette de valeur des résidences unifamiliales situées en-deçà de 1,5 milles (2,5 km) du corridor de la ligne orange du métro de Chicago (coût de 410 M\$), aux États-Unis, à partir d'un groupe témoin de propriétés situées juste au-delà de ce corridor. L'échantillon se compose de 17 034 ventes allant de 1983 à 1999, dont 4 056 concernent des habitations vendues plus d'une fois. Les auteurs estiment alternativement à l'aide de la RSM et d'une expansion de Fourier le profil temporel pour (i) l'indice des prix nominaux trimestriels et (ii) le gradient de la fonction de rente par rapport à la distance de la propriété à la station la plus proche. Les estimés obtenus permettent de statuer sur une hausse de 95% des prix en sus d'une diminution marquée du gradient de la fonction de rente de 15% par mille en 1995, soit deux ans après l'ouverture, comparativement à 1983, soit un an avant l'annonce du projet (allocation des fonds fédéraux). Le coefficient se stabilise ensuite sur la période 1996-1999. Un MPH (n= 17 034) est ensuite testé qui confirme ces résultats. Finalement, les auteurs assouplissent l'hypothèse d'un effet égal de la distance pour les huit stations en créant 3 groupes distincts répartis sur 4 périodes et constatent que (i) les stations dotées de stationnements incitatifs (et donc plus éloignées) influencent davantage la prime que les stations situées à proximité du QCA et que (ii) un effet de dépréciation se produit sur les résidences situées à moins de 1/8 mille (200 m) d'une station avant la construction (1986), effet qui tend à s'estomper après l'ouverture du métro. Les auteurs interprètent ce dernier résultat en faisant valoir que le métro traverse des zones industrielles déjà riches en externalités négatives et que l'amélioration de l'accessibilité aux transports collectifs compense le rabais.

Au début des années 2000, les problèmes de modélisation liés à la MPH ont favorisé l'émergence de nouvelles techniques plus sophistiquées. Charlermpong (2007) étudie l'impact du *Bangkok Transit Lines* (BTS), en Thaïlande – train surélevé construit sur trois étages et comportant 24 stations – sur la valeur d'unités résidentielles multifamiliales. À partir d'un échantillon de 390 prix demandés entre septembre 2004 et mars 2005 (4 ans après l'ouverture du métro), un modèle de type MPH corrigé pour l'autocorrélation spatiale (spécifications SEM et SAR) et de formes fonctionnelles linéaire et log-linéaire permet de dégager une prime de proximité d'environ 10 \$US par mètre. L'idée était de comparer cet estimé à d'autres études d'impact portant sur des pays en développement, soit Izmir en Turquie (Celik et Yankara, 2006), Santiago au Chili (Agostini et Palmucci, 2008), Bogotá en Colombie (Rodriguez et Targa, 2004), Séoul en Corée du Sud (Bae et al., 2003), et Hong Kong en Chine (So et al., 1997) où ces primes varient entre 2 \$US (Santiago) à 18,70 \$US (Izmir). Ils justifient le résultat obtenu en alléguant que l'expérience piétonnière à Bangkok est pénible et que l'arrivée du transport en commun a un effet plus accentué sur la prime relativement à d'autres villes ayant des infrastructures de transport déjà bien organisées, comme

c'est le cas au Chili. Plus précisément, Agostini et Palmucci (2008) étudient l'effet d'anticipation de la ligne 4 du métro de Santiago selon deux phases : soit (i) lors de l'annonce du projet en mai 2001 et (ii) au dévoilement de l'emplacement des stations en décembre 2001. À partir d'un échantillon de transactions de 6 907 appartements - dont 3 131 sont situés dans la zone d'impact (< 1 km) - s'échelonnant sur la période de décembre 2000 à mars 2004, l'application de la procédure des doubles différences (DD/DiD) permet d'identifier pour chaque phase des primes respectives d'environ 5% et 4,3%. Ces résultats s'avèrent robustes à une série de tests qui infirment notamment le partage d'effets temporels communs et de facteurs fixes non observés entre les observations de la zone d'impact et celles du sous-échantillon de contrôle.

Il existe aussi un effet temporel sur les valeurs qui varie selon la phase du projet. Wang (2010) analyse les prix de 875 habitations collectives nouvellement construites dans un rayon de 4 km longeant la ligne 8 du métro de Shanghai. Dans un premier temps, ils observent une fluctuation des prix annuels de 2000 à 2008. Un effet de saillance (*Saliency Effect*) se dégage, des hausses de prix relativement plus importantes étant observées en début de construction (2002) et lors de l'année de mise en exploitation du métro (2008). En pleine activité des chantiers (2004-2005), l'effet sur les prix s'atténue, quoique demeurant toujours significative. Dans un second modèle, ils considèrent l'effet spatial des stations via une variable catégorielle interactive combinant la distance d'une station donnée au QCA (entre 2 et 8 km) et à la résidence considérée (entre 1 et 1,5 km). Ils remarquent que (i) le périmètre d'influence d'une station tend à s'allonger avec sa distance au QCA et que (ii) pour des distances équivalentes, l'effet de proximité est plus marqué pour les banlieues que pour les quartiers centraux.

L'effet temporel se manifeste également en rapport avec la maturité d'un réseau de métro. Dans une étude d'impact comparant les services de métro de Hong Kong (Chine), de Taipei (Taïwan) et de Kaohsiung (Taïwan), Shyr et al. (2013) constatent une relation décroissante entre la maturité du service – notamment définie par l'étendue spatiale du système – et la prime de marché associée à la proximité à une station de métro. À partir de transactions résidentielles pour les municipalités taïwanaises et de prix demandés pour Hong Kong, les auteurs dégagent une prime moyenne de 7,2% pour Kaohsiung (ouvert en 2008) contre des primes respectives de 1,6% et 4,4% pour Hong Kong (ouvert en 1979) et Taipei (ouvert en 1996). Au fur et à mesure des extensions de service (i.e., cas de Hong Kong et Taipei), l'avantage « marginal » d'accessibilité se dilue puisque le bassin de population desservi augmente (i.e., reflété dans le taux d'achalandage). À l'inverse, une offre nouvelle, et généralement limitée, qui dessert un marché de niche génère une prime de marché plus substantielle.

Outre l'offre des transports publics, on fait implicitement l'hypothèse que l'offre de logement demeure fixe (i.e. offre inélastique) suite la mise en exploitation des infrastructures alors que l'on observe généralement un choc sur la demande. Pour la ville de Beijing (Chine), Sun et al. (2015) assouplissent cette hypothèse et constatent que la prime de proximité diminue à mesure que l'offre de logement affiche une élasticité-prix négative, soit une diminution du prix résultant d'une surproduction. L'échantillon visé consiste en un ensemble de 37 161 transactions de loyers d'appartements n'ayant pas connu de changements dans l'accessibilité aux transports publics pour la période d'avril 2005 à 2011. On applique dans un premier temps la méthode OLS, puis la méthode du ML au sein de modèles spatiaux (SAR, SEM et SDM) pour corriger l'autocorrélation

spatiale (SA). Les résultats suggèrent alors un rabais de 7% sur le prix des appartements pour chaque augmentation de 10% de la distance à la station la plus proche (coefficient d'élasticité de -0,7). Dans un deuxième temps, la méthode des ventes répétées (RSM) est utilisée sur un échantillon restreint, d'abord dans sa formulation standard (OLS) puis selon une spécification 2SLS qui intègre une variable instrumentale interactive décrivant l'effet de la distance selon la densité locale d'emplois de services gouvernementaux (i.e., métrique d'offre de logements). Le coefficient d'élasticité des prix par rapport à la distance au métro chute alors à -1,20 lorsque l'offre des logements est totalement inélastique. Ces résultats suggèrent que la proximité d'une station de métro affecte d'autant plus à la hausse le prix des logements situés dans son voisinage que l'offre d'emploi local est limitée.

Toujours en Chine, Jayantha et al. (2015) estiment l'effet d'anticipation de la ligne centrale vers Sha Tin, à Hong Kong. Un modèle régressif incluant neuf descripteurs des caractéristiques intrinsèques (structurelles) et extrinsèques (voisinage) est appliqué à un échantillon de 6 310 ventes de nouveaux appartements situés dans un rayon de 700 m de trois stations et estimé par OLS selon une spécification semi-log. Les données sont scindées en deux parties, soit avant (septembre 2005 à février 2008) et après (mars 2008 à avril 2012) la date d'approbation de l'emplacement des stations en mars 2008. Les prix sont régressés en coupe transversale, une variable catégorielle servant à isoler l'effet interactif de la distance aux stations à partir de mars 2008. Le résultat qui en émane suggère que l'augmentation des prix s'est intensifiée après l'annonce officielle de l'emplacement des stations, quoique l'effet marginal soit de faible magnitude (-0,0006% pour chaque 1% de distance supplémentaire). Puisque le métro était en pleine construction au moment de l'étude, les auteurs attribuent cet impact mitigé aux externalités négatives de la construction (pollution, bruit et circulation accrus).

Peu de recherches se sont penchées sur la mesure des externalités, positives ou négatives, liées au type d'infrastructures (i.e. au niveau du sol ou surélevées vs souterraines) d'un réseau de métro. C'est le cas d'une étude de Lee et Sohn (2014) commanditée par le *Gouvernement métropolitain de Séoul* (SMG) dans l'optique d'un remplacement d'une partie du réseau. La recherche, qui repose sur la méthode MPH et adopte une forme fonctionnelle linéaire (optimale), porte sur la modélisation de la valeur d'évaluation moyenne des terrains situés dans un rayon de 500 mètres des 245 stations du réseau et comporte douze variables de contrôle. Parmi ces dernières, le potentiel d'emploi et la diversité des usages fonciers (bureau, commercial, résidentiel, autres) semblent jouer un rôle de premier plan dans la valorisation des sites situés au voisinage des stations en souterrain. Les résultats de la modélisation suggèrent que les résidences situées à proximité d'une station de métro hors-sol (surélevée ou au niveau du sol) subissent un rabais moyen de 798 \$US/m² par rapport à celles situées dans le voisinage de stations souterraines. De plus, un indice évaluant la qualité des déplacements piétonniers semble indiquer la présence de davantage de nœuds et de voies sans issue dans les zones ayant des stations au sol ou surélevées. Inversement, les infrastructures souterraines rendent l'accès piétonnier extérieur autour des stations plus favorable à la marche - quoique cela puisse s'avérer escompte préjudiciable au chapitre des valeurs résidentielles (circulation accrue). Pour tout projet d'infrastructure, cette recherche illustre l'importance du coût d'option des terrains dans le choix du niveau d'intégration optimal d'un réseau de TC à la trame urbaine.

Au Moyen-Orient, Forouhar (2015) étudie l'impact du métro de Téhéran, en Iran. L'échantillon se compose des prix de transaction de 1 080 appartements abordables entourant quatre stations, dont deux au sud (quartier défavorisé) et deux au nord (quartier aisé). Pour en améliorer l'homogénéité, les caractéristiques structurelles et d'accessibilité sont filtrées et huit sous-échantillons sont formés regroupant des groupes de contrôle (au-delà de 1,6 km de distance) et de traitement (en deçà de 400 m). Le calcul des coefficients en doubles différences (DiD) reflète une asymétrie des externalités dues à la proximité d'une station de métro : au nord, les valeurs résidentielles se dévaluent (-78% et -50% pour les stations de Shariati et Qolhak), alors qu'on observe l'inverse au sud (primes de 58% et 46% pour les stations de Shoadia et Shemiran). Une analyse des facteurs qualitatifs pouvant confirmer ces résultats ont été recueillis via un sondage effectué auprès de 60 résidents locaux. Quatre explications en ressortent : (i) la demande pour les transports publics est plus élevée au sud alors que le réseau autoroutier y est déficient par rapport au nord; (ii) l'arrivée des stations au sud s'est traduite par une revitalisation résidentielle du quartier tandis que le métro a intensifié l'utilisation commerciale au nord; (iii) la meilleure accessibilité nord-sud introduit de l'hétérogénéité dans le portrait socio-économique, ce qui peut générer des conflits sociaux; et (iv) les mouvements de population accrus du sud vers le nord (e.g., pour faire des courses) engendre des problèmes de congestion et de circulation accrue qui perturbent la vie privée des ménages les mieux nantis.

Trois recherches se penchent sur l'impact du métro en Allemagne. Brandt et Maennig (2012) étudient l'influence des réseaux ferroviaires existants sur le prix demandé des condos transigés à Hambourg entre avril 2002 et mars 2008 (N=4 832). Hambourg possède l'un des plus vastes réseaux ferroviaires urbains au monde (800 km, 27 lignes, 134 stations à Hambourg), dont un métro souterrain (U-Bahn, 17 lignes). Un modèle de type MPH de forme fonctionnelle log-linéaire est appliqué à la base de données géo-référencée et inclut un terme spatial autorégressif de type SAR. Il comporte 33 variables de contrôle, dont des variables structurelles (11), des variables de voisinage socio-économiques (4), des mesures d'accessibilité au QCA, aux centres de services majeurs et à l'emploi (4), des variables de proximité au plan d'eau et au parc le plus proche (2), une mesure de l'inter-connectivité entre le réseau de bus et de trains (1), des capteurs d'externalités négatives liés au bruit (5) ainsi que des binaires temporelles d'année (6). Les variables d'intérêt comportent trois séries de 4 binaires de distance (0-1 750 m) qui captent l'influence de la station de train la plus proche, de la station de métro la plus proche et l'interaction entre la station de train la plus proche pour les résidences situées dans des secteurs à haut revenu. Les résultats de l'analyse suggèrent qu'en contrôlant pour tous les autres facteurs, les unités de condos situées dans un rayon de 250 à 750 m d'une station, quelles qu'elles soient, bénéficient d'une prime de marché de l'ordre de 4,6% par rapport aux condos du groupe témoin situées dans un rayon de 1,75 km à 2 km d'une station. Pour les propriétés situées dans des secteurs à hauts revenus, la prime atteint entre 5,3% et 6,6%. Enfin, les résidences situées à moins de 250 m d'une station de métro souterraine affichent une prime de proximité de 4,5% supérieure à celle que génèrent les stations situées en surface (*above-ground*).

Selon la théorie des rentes foncières (Alonso 1964), le prix unitaire des terrains a tendance à diminuer avec la distance aux pôles d'activité urbains, notamment au QCA. Dans cette veine, Ahlfeldt (2011) utilise le prix des terrains ajustés pour les attributs structurels de 33 483 bâtiments répartis sur 1 058 circonscriptions électorales à Berlin, en Allemagne. Bien que les mesures

standards (densité d'emploi et de population, prix des bâtiments et pouvoir d'achat) covarient avec la distance au QCA et à la station la plus proche, les valeurs foncières ajustées demeurent non corrélées. Pour résoudre ce problème, l'auteur incorpore une série de variables de voisinage (12) et d'accessibilité (7) : suite aux ajouts, les gradients de la fonction de distance deviennent négatifs et significatifs (-1,3% et -3,8%). La recherche pourrait s'arrêter là, mais l'auteur argumente en outre que le modèle néglige les autres centres d'activités de la ville et que l'impact réel pourrait être plus élevé. Pour en tenir compte, l'auteur introduit une nouvelle variable – le potentiel d'employabilité – qui capte effectivement les effets de proximité au QCA et à une station de métro devenus à leur tour non significatifs. Les estimés robustes suggèrent une hausse du prix ajusté des terrains qui s'établit respectivement à 14% et 3% pour une augmentation de 1% du potentiel d'employabilité généré par le transport individuel et public. Ces résultats sont d'une importance capitale puisqu'ils contribuent à une meilleure compréhension du principe d'accessibilité à l'emploi qui n'est pas toujours estimé adéquatement par les mesures traditionnelles des coûts de déplacement.

Dans une seconde étude portant sur le métro de Berlin ouvert en 1902, Ahlfeldt et al. (2016) dissocient les effets associés aux externalités négatives et positives relativement à deux groupes de stations, soit (i) surélevées (traitement) et (ii) souterraines (groupe témoin). À partir du prix des terrains recensés entre 1881 et 1914, les auteurs estiment par la méthode DiD deux coefficients (accessibilité, bruit) dont les observations sont pondérées afin d'éliminer les tendances de prix non reliées au métro (*PTW-DiD*). Six spécifications ($n=37\ 933$) illustrent l'importance d'ajouter l'effet du bruit au modèle, ce qui porte la prime de proximité à 5,3% du prix des terrains. Les auteurs modélisent aussi le taux de croissance des valeurs foncières dans la zone transitoire de bruit située à l'entrée du tunnel via un micro échantillon ($n=84$) et isolent un différentiel de croissance de 11,3% en faveur du prix des sites du côté souterrain (*RDD-DiD*). Une spécification alternative génère un rabais du bruit de 0,6% par décibel (dB) supplémentaire et consolide les résultats du *PTW-DiD* (0,5%). L'impact correspondant pour les propriétés est d'environ 0,125% (1/4 de l'impact foncier). L'exercice a été répété sur des valeurs résidentielles actuelles du métro de Berlin (1990-2012, $n=71\ 313$) qui suggère un rabais du bruit d'environ 0,4% par dB sur les prix résidentiels. Les auteurs insistent particulièrement sur le fait que l'impact du bruit sur la valeur des propriétés (et non les terrains) s'est amplifié au fil du temps (2,2 fois plus élevé), présumablement en raison de préférences accrues pour un environnement de qualité. Cet estimé se rapproche de l'effet négatif du bruit des avions établi à 0,6% par décibel sur les valeurs résidentielles selon une méta-analyse effectuée sur le sujet (Nelson, 2004). Compte tenu de la baisse substantielle des coûts de construction d'un métro souterrain vs surélevé depuis le début du 20^{ème} siècle – le ratio des coûts est passé du triple au double (cf. Flyvbjerg, Bruzelius, et van Wee, 2008), l'analyse des frais additionnels encourus révèle un potentiel d'autofinancement sur la durée du projet en raison des bénéfices économiques notoires qui en émanent. Cette option devrait donc être sérieusement envisagée dans toute analyse de coûts-bénéfices.

Une autre considération importante concerne le choix de la variable dépendante (e.g., propriété vs terrain, valeur de transaction vs d'évaluation). Laznicka (2016) effectue une étude d'impact portant sur le métro de Prague (République tchèque) en utilisant deux ensembles distincts de données sur les prix demandés ($n=2\ 908$, 1^{er} juin 2015) ou les prix de transaction ($n=954$, 2013 à 2015) situés à moins de 1 km des stations de métro visées. Une analyse des tendances montre

que les prix demandés sont systématiquement plus élevés que les prix de transaction, mais que leur variabilité dépend du contexte et de l'équilibre entre l'offre et la demande. Dans deux modèles MPH estimés par OLS selon une forme fonctionnelle log-linéaire pour une station, l'auteur identifie un effet significatif plus élevé du rabais de distance pour les prix demandés ($n=99$) vs les prix de transaction réels ($n=319$). Ce résultat est attribué à une tendance des vendeurs à surestimer les bénéfices d'accessibilité par rapport à leur potentiel d'internalisation réel dans le prix des habitations, probablement comme base de négociation.

Dans une autre veine, l'hypothèse d'indépendance entre les observations peut aussi être remise en question. À titre d'exemple, on peut faire l'hypothèse que le type d'habitat est étroitement lié à la nature des infrastructures de transport urbain. Dans une étude sur le métro de Taipei à Taïwan, Liou et al. (2016) ont eu recours à l'approche HLM en raison des niveaux hiérarchiques différents concernant les caractéristiques socio-économiques, qui varient dans le temps, et les autres caractéristiques, qui ne varient pas. En prenant en compte la covariance inter-niveau dans l'estimation des paramètres, on évite de commettre une erreur de type I en prétendant que la distance de marche aux stations de métro (niveau 2) exerce une influence sur le prix (niveau 1) alors que ce n'est pas le cas. En considérant une liste d'attributs spatiaux et de caractéristiques structurelles, l'étude révèle que l'effet de décroissance des prix résidentiels avec la distance au métro diminue au fur et à mesure de la maturité et de la diversification (substituabilité) des services de transport collectifs sur l'ensemble du territoire.

Un système de transport public extensif et interconnecté peut ainsi diminuer l'importance relative du métro. Mais l'effet est-il le même à mesure que l'on s'éloigne du QCA? Dans la ville de Tianjin, en Chine, Sun et al. (2016) régressent d'abord par OLS (forme semi-log) le prix moyen de 125 résidences situées dans un rayon de 1 km d'une station pour des secteurs urbains et non urbains. Seules les stations urbaines génèrent un rabais de distance significatif. S'inspirant de Zheng et al. (2005), les auteurs déterminent ensuite le périmètre d'influence propre à chaque station selon une fonction d'utilité définie par les frais d'utilisation d'un mode de transport (public vs privé) et du coût de déplacement nécessaire (salaire horaire moyen $\times$ temps) pour se rendre jusqu'au QCA. Dans le cas du métro, le temps de déplacement (marche ou vélo) pour se rendre à la station n'est également ajouté. Les résultats révèlent que le rayon d'influence d'une station de métro tend à augmenter avec la distance au QCA. Une meilleure accessibilité aux transports publics alternatifs près du QCA ainsi que l'importance accordée par les citoyens à d'autres critères de proximité (e.g. l'accès à des services d'éducation de qualité et à des espaces verts) expliquerait ces résultats qui mettent en exergue l'hétérogénéité des préférences résidentielles selon la clientèle visée.

La proximité au QCA n'est pas le seul facteur pouvant soulever des divergences d'intérêts. Xu et al. (2016) étudient le cas des propriétés commerciales à Wuhan, en Chine, et constatent que le rayon d'influence d'une station de métro est de 400 mètres. Un modèle spatial de forme fonctionnelle semi-log (SAR, $n= 676$ pour 2014-2015) appliqué sur les prix demandés révèle une relation linéaire négative entre la distance aux stations et les valeurs commerciales. Contrairement à ce qui ressort des analyses sur les valeurs résidentielles, aucun rabais de forte proximité lié à des externalités négatives n'est observé ici. Par ailleurs, l'usage commercial demeure plutôt limité (11% des établissements) le long du corridor étudié. Puisqu'un commerçant n'affiche pas les mêmes sensibilités aux externalités négatives qu'un ménage, les auteurs suggèrent d'allouer une

part croissante de terrains commerciaux très près des stations et de favoriser l'utilisation résidentielle à partir de 100 m. Selon eux, une telle stratégie de maximisation des valeurs combinée à des mécanismes de récupération des plus-values contribuerait grandement à garnir l'enveloppe budgétaire nécessaire au financement des infrastructures de transport collectif.

Le potentiel de connectivité d'une station est aussi un déterminant des valeurs résidentielles. À partir de deux groupes distincts de stations (22 avec correspondance, 100 sans correspondance) réparties sur dix lignes du métro de Beijing, en Chine, Dai et al. (2016) estiment par OLS (formes linéaire et semi-log) l'effet de la distance à une station de métro sur les prix de 2 964 propriétés résidentielles. On constate que, pour chaque 100 m additionnel, (i) l'effet de décroissance des prix est plus faible pour les stations sans correspondance (-23 yuan/m² vs -96,5 yuan/m²), que (ii) le rayon d'influence de ces dernières est également inférieur (1 000 m vs 1 400 m) et que (iii) les externalités négatives ont une portée de seulement 800 m (vs 1 200 m). Les chercheurs notent que le gradient de la distance à une station de bus est plus prononcé dans les zones qui sont des nœuds de correspondance (-850,2 yuan/m²), ce qui suggère un fort effet de complémentarité entre les destinations courtes (par bus) jusqu'au métro (distances longues). Les externalités négatives générées dans le voisinage des stations majeures (forte densité de bâtiments commerciaux et achalandage piétonnier accru) se traduisent par un rabais d'environ 15% du prix résidentiel moyen dans un rayon de 0 à 200 m d'une station avec correspondance. Les auteurs insistent sur le fait qu'une compréhension approfondie du profil des stations de métro en matière de connectivité au réseau est requise afin de mieux planifier leur emplacement et de favoriser les effets de synergie.

Dans une étude sur la Ville de Laval, dans la région métropolitaine de Montréal (Canada), Devaux et al. (2017) décomposent les effets idiosyncrasiques de la distance à une station de métro sur les prix de ventes de maisons unifamiliales (5 422 paires de ventes répétées sur la période 1995-2013) par phase et par station (i.e., les trois stations de la ligne orange du métro reliant Montréal à Laval). Combinant l'approche des ventes répétées (RSM) à la modélisation spatiale (SAR), ils estiment via une procédure GS2SLS des coefficients SDiD captant l'effet global pour chacune des phases du projet allant de l'annonce en 1998 jusqu'à l'ouverture en 2007 et ne trouvent pas d'effet temporel significatif sur les prix. Dans une seconde spécification, les mêmes coefficients sont pondérés par une matrice composée de trois vecteurs (un par station) qui permet d'isoler les effets spatiaux individuels dans le temps. Seule la station *De la Concorde* exerce un effet significatif sur les valeurs résidentielles durant la phase d'exploitation. Un examen du profil qualitatif des infrastructures révèle qu'il s'agit de la seule station dépourvue d'un stationnement incitatif – source de désagrément pour le voisinage – en plus d'être reliée au train de banlieue (Exo 2) et d'enregistrer une densité résidentielle plus élevée dans le voisinage. L'effet de complémentarité existe également pour la station *Cartier* reliée au service d'autobus, mais située à proximité du Pont-Viau – autre désagrément pour le voisinage –, tandis que la station terminale *de Montmorency* située près d'un cégep détient le plus grand stationnement incitatif (1 357 places). Qui plus est, ces deux stations sont surtout bordées par des commerces, ce qui limite grandement le pouvoir de l'analyse résidentielle. À l'instar de Dai et al. (2016), les chercheurs réitèrent l'importance de décomposer les effets spatiaux et de prendre en considération les attributs intrinsèques des stations et de leur environnement afin de mieux orienter les prises de décision.

Afin de pallier les limites de l'analyse précédente découlant de la mixité des usages, Mohammad et al. (2017) recueillent un échantillon de ventes de propriétés résidentielles (n=39 308) et commerciales (n=3 419) avoisinant les 10 stations du métro de Dubaï, aux Émirats arabes unis, mises en service en septembre 2009. Transigées entre 2007 et 2011, les propriétés sont classées en quatre groupes (témoin vs traitement, résidentiel vs commercial, avant vs après 2009) permettant la modélisation de deux modèles MPH et de deux modèles DiD traités soit en coupes transversales répétées ou en pseudo-panel. Les chercheurs optent pour le modèle DiD afin de décrire l'effet de la distance sur les valeurs immobilières. En plus de retrouver la plupart des effets recensés jusqu'ici, les estimateurs DiD affichent un différentiel d'impact majeur : pour des rayons de 0-0,5 km et 0,5-1km, les primes de proximité sont respectivement de -9% et +7,8% pour les propriétés résidentielles contre +39,4% et +42% pour les propriétés commerciales. La question du financement des infrastructures publiques via une captation de la plus-value foncière (LVC) est remise sur le tapis avec la mention de trois dispositifs fiscaux possibles, soit (i) le prélèvement direct des taxes foncières, (ii) des partenariats de développement avec les propriétaires fonciers et (iii) l'octroi de terrains à l'opérateur de transport avant le projet en vue d'encaisser un gain en capital dans le futur.

Plus près de chez nous, Eftekhari (2018) s'intéresse aux externalités négatives affectant le marché immobilier selon six types de stations, soit surélevée ouverte ou couverte, au niveau du sol, semi-souterraine, et souterraine en tranchée ouverte ou couverte. Sa recherche, qui porte sur un échantillon de 8 160 propriétés résidentielles (unifamiliales isolées, maisons mitoyennes et condos – prix de vente demandés) transigées entre août et octobre 2016, isole les impacts de proximité des stations pour le métro de Toronto (69 stations au total, dont 3 surélevées, 13 au niveau du sol, 4 semi-souterraines et 46 souterraines) et le métro léger de Vancouver (58 stations au total, dont 40 surélevées, 6 au niveau du sol, 2 semi-souterraines et 9 souterraines). Le modèle élaboré, de type MPH-OLS, comporte dix spécifications (maisons mitoyennes omises pour Vancouver) combinant la ville, le type de résidence et le choix de la variable d'intérêt (distances discrètes ou continues). Les résultats révèlent que, relativement aux stations en niveau (référence), tous les autres types de stations génèrent, en moyenne, des primes de proximité supérieures, les primes les plus élevées s'appliquant aux stations souterraines et, par ordre décroissant, aux résidences mitoyennes, aux condominiums et aux unifamiliales. Si les primes les plus élevées s'appliquent aux stations souterraines, les stations semi-souterraines et surélevées commandent également des plus-values substantielles, bien qu'on ne puisse tirer aucune conclusion ferme quant à l'ampleur de leurs impacts respectifs. Cela dit, les stations surélevées peuvent aussi diminuer le potentiel des droits aériens généralement valorisés dans un contexte de DOTC. En conclusion, le type de station de métro s'avère un élément crucial dans l'estimation des effets de proximité.

Tan et al. (2019) étudient l'influence de la proximité d'une station de métro sur les prix résidentiels à Wuhan, en Chine, en prenant en considération l'endogénéité systématique – et presque toujours négligée – inhérente au choix de l'emplacement des stations qui favorise les sites à fort potentiel foncier. Dans un premier temps, les auteurs analysent à l'aide de photos aériennes à haute définition les changements survenus entre 2008 et 2018 dans l'utilisation du sol à proximité des stations avant et après la construction des lignes et en concluent que l'effet de revitalisation foncière qui suit l'ouverture des nouvelles stations est plus marqué en périphérie que dans les

zones centrales, bien que ce soit l'inverse pour ce qui est de la croissance démographique. Ils procèdent ensuite à la mesure des impacts de proximité sur les prix à l'aide de la MPH appliquée sur un échantillon de 7 090 ventes de résidences transigées en 2016. Les résultats suggèrent qu'une fois pris en compte les attributs de la propriété, les caractéristiques d'accessibilité et d'aménagement du voisinage ainsi que les dimensions temporelles et spatiale, les propriétés situées dans un rayon de 1 600 m d'une station de métro bénéficient d'une prime de marché qui décroît avec la distance de 7,8% à 3,9%. L'impact est par ailleurs sensiblement plus élevé dans le cas des stations de correspondance dont le rayon d'influence s'étire sur 4,8 km alors que la prime peut atteindre 20,6% (400-800 m). Enfin, un modèle DiD est élaboré sur la base d'un échantillon de quelque 6 355 ventes résidentielles étalées sur 24 mois (de janvier 2016 à décembre 2017) et situées dans le voisinage des nouvelles stations de la ligne 6 mise en service en décembre 2016. Les résultats suggèrent que par rapport aux propriétés du groupe de contrôle ($d > 4,8$ km/vente 2016), et en tenant compte de l'accès des résidents aux réseaux urbains d'autoroute et de bus, l'ouverture des stations de métro s'est soldée par une prime de marché variant de 13,9% (0-400 m) à 3,9% (3,2–4,8 km).

Si plusieurs auteurs soulignent l'importance de la connectivité des infrastructures de TC dans l'estimation des effets sur les prix immobiliers, peu d'études tentent de quantifier la contribution d'une extension de métro sur les valeurs des zones déjà desservies. Lee et al. (2018) analysent, à l'aide de la RSM, l'impact de l'extension du réseau de métro de Séoul (Corée du Sud) entre 2000 et 2012 sur les loyers unitaires ($\$/m^2$) des appartements en copropriété situés au voisinage des stations existantes. Le réseau est ainsi passé de 209 stations en 2000 à 279 stations en 2012. L'accent est mis ici sur les différentielles d'internalisation des effets dans le temps selon deux groupes de stations, soit celles qui ont connu une réduction de leur distance d'accès respectivement supérieure et inférieure à la médiane suite au développement des nouvelles lignes. L'analyse porte sur 59 036 paires de propriétés ayant fait l'objet de contrats de location au cours de la période 2000-2012. Outre les binaires temporelles (années), le modèle comporte des variables de contrôle d'interaction entre ces dernières et la distance à trois pôles d'emploi majeurs, dont le QCA. Quant aux variables d'intérêt, elles consistent en deux séries de variables mettant en interaction : (i) les binaires temporelles et la distance à la station de métro existante la plus proche et (ii) les binaires temporelles, la station la plus proche et l'appartenance au groupe médian supérieur. Les résultats de la recherche suggèrent que la prime de proximité (effet indirect de connectivité accrue) pour les propriétés distantes de 100 m d'une station existante s'établit en moyenne à 0,6% du loyer sur l'ensemble de la période. La prime atteint toutefois 0,8% pour les stations du groupe médian supérieur contre seulement 0,2% pour le second groupe. On en conclut que l'extension d'un réseau de métro induit une amélioration générale de l'accessibilité au transport collectif via une meilleure connectivité du réseau et affecte à la hausse tant le prix des propriétés situées au voisinage des stations existantes que celui des résidences desservies par les nouvelles stations, à des degrés divers.

Dans une recherche plus inclusive, Jeong (2018) se penche sur l'impact qu'exerce sur les prix résidentiels avoisinants la ligne 9 du métro de Séoul, en Corée du Sud, dont la construction fut amorcée en juin 2009. L'auteur étudie dans un premier temps l'influence qu'exerce le degré de centralité des stations sur les prix de transactions d'unités d'appartement à l'aide de deux modèles de prix hédoniques en coupe instantanée qui isolent respectivement les effets marginaux des

stations (i) deux ans après la première mise en service de la ligne, en juillet 2009, et (ii) deux ans suivant son extension, en mars 2015. Dans un deuxième temps, la méthode des DiD est utilisée de façon à capter les effets temporels deux ans avant et après la mise en service de chacune des deux phases de la ligne 9. Les résultats suggèrent que le degré de centralité des stations (proximité du centre-ville) ainsi que leur degré de connectivité au reste du réseau de métro sont les deux déterminants majeurs de l'influence qu'elles exercent sur les prix résidentiels. Bien que l'extension de la ligne 9 ait eu moins d'impact sur les valeurs résidentielles que sa première ouverture, elle s'est néanmoins traduite par une amélioration de l'accessibilité générale au réseau de métro et, partant, par une répartition sur les nouvelles stations de la prime de centralité antérieurement concentrée autour des stations d'origine.

L'âge des stations de métro semble donc indiquer un effet interactif entre les nouvelles constructions et celles déjà établies. À cette fin, Im et Hung (2018) étudient l'impact d'une nouvelle ligne de métro (Ligne 3) sur la valeur des appartements en copropriété à Daegu, en Corée du Sud, déjà desservie par deux lignes existantes. La recherche, qui repose sur un MPH intégrant la procédure des DiD, prend en compte le moment de la décision de construire la nouvelle ligne (2006) et celui de sa mise en service (avril 2015) dans l'estimation des impacts. Elle tente plus précisément d'estimer, en comparant un groupe de traitement et un groupe témoin, l'impact de la distance non seulement aux nouvelles stations de métro, mais également aux stations existantes ainsi que la période au cours de laquelle les plus-values foncières se sont réalisées. Les résultats de l'étude suggèrent d'une part que les propriétés situées dans un rayon de 500 m des nouvelles stations bénéficient d'une prime de près de 100 \$US/m², mais uniquement dans la mesure où ces propriétés sont éloignées de plus de 5 km des stations existantes les plus proches. D'autre part, les deux tiers des avantages découlant d'une meilleure accessibilité au transport collectif ont été actualisés dans les prix suite à la décision de construire la nouvelle ligne, contre un tiers lors de sa mise en service.

Outre les effets temporels et individuels, les bénéfices de l'accessibilité peuvent se décliner selon une panoplie de critères. Afin de mieux contrôler l'hétérogénéité des préférences, Kang (2019) se penche sur l'impact qu'exerce sur les valeurs immobilières (appartements en copropriété) l'accès aux aires DOTC à Séoul, à l'aide de cinq nouvelles métriques d'accessibilité et de centralité (indices d'accès, de gravité, d'intermédiarité, de linéarité et de proximité) qui captent simultanément la configuration du réseau de rues et le niveau d'achalandage des stations de métro pour des rayons d'influence de 500 m à 2 km. L'analyse, qui porte sur 5 509 ventes d'unités en condominium transigées en 2010, repose sur la MPH et utilise la modélisation multi-niveaux du fait que les données de ventes individuelles sont imbriquées au sein de secteurs de recensement coréens. Outre les cinq variables d'intérêt mentionnées plus haut, le modèle, de forme fonctionnelle double-log (Log-Log), comporte 22 variables de contrôle relatives aux attributs de la propriété (3), aux caractéristiques de localisation et d'accessibilité générale (12), aux attributs de voisinage (4) et à la dimension temporelle (3 trimestres). Les résultats des modèles empiriques confirment l'influence positive qu'exercent la centralité des zones DOTC et leur accessibilité sur les prix résidentiels selon divers niveaux de marchabilité et suggèrent que ces avantages sont internalisés dans les prix dans un rayon de 2 km des stations les plus fréquentées. À l'exception de l'intermédiarité qui se traduit par un rabais, les quatre autres indices génèrent une prime de marché qui varie de 1,5% (500-750 m) à 6% (1,5 – 2 km). Ainsi, la prime de marché

affectant les propriétés présentant une trop grande proximité des stations de métro s'avèrent plus faibles en raison des externalités négatives (encombrement, congestion, bruit) que génèrent ces localisations.

Les préférences des résidents sont susceptibles de varier selon le pouvoir d'achat des groupes de clientèle. L'existence de groupes d'acheteurs différents – selon le montant de transaction – pourrait suggérer une réaction hétérogène face à un choc. Wen et al. (2018) appliquent successivement la MPH et la QR pour estimer l'impact d'une nouvelle ligne de métro (Ligne 1) sur les prix résidentiels à Hangzhou, en Chine. Cette ligne, qui comporte 21 stations et dont la construction s'est amorcée en mars 2007, est devenue opérationnelle en novembre 2012 et constitue la première et la principale composante du réseau de transport collectif de la ville. La recherche se concentre sur les phases de construction et d'exploitation de la Ligne 1 et repose sur un échantillon de 2 652 unités en condominium transigées entre 2011 et 2015, soit durant les phases de construction (2011-2012) et d'exploitation (2013-2015) de la nouvelle infrastructure. Le modèle, de forme structurelle double-log, comporte 16 variables de contrôle, soit huit variables de localisation (distance linéaire à trois pôles d'activité et binaires d'appartenance à cinq districts), six variables de voisinage (qualité environnementale et proximité aux aménités urbaines), une variable structurelle (âge de l'immeuble) ainsi que l'année de la vente. La distance linéaire à la station la plus proche et quatre zones tampons de 500 m (0-2000 m) constituent les variables d'intérêt. Les résultats confirment l'influence positive de l'accessibilité au métro sur les valeurs et suggèrent que l'ouverture d'une nouvelle ligne renforce les primes de proximité des stations. Ainsi, la prime de marché assignée aux propriétés avoisinant les stations est nettement supérieure suivant la mise en service de la nouvelle ligne (3,9% à 7,7%) comparativement à la période de construction (3,1% à 3,5%). Le rayon d'influence des stations s'en trouve également augmenté, passant de 1,5 km (2011-2012) à 2 km (2013-2015). Enfin, la prime augmente avec la gamme de prix des unités, passant de 2,3% pour le 15^{ème} quantile à 8,6% pour le 95^{ème}.

Toujours en Chine, Zhou et al. (2019) étudient à l'aide d'une approche événementielle (event-study approach) l'impact sur les valeurs résidentielles de l'ouverture, en décembre 2007, de la Ligne 6 dans le district de Pudong, à Shanghai. C'est sur la section nord de la Ligne 6, qui traverse trois zones résidentielles et pôles d'activité (A, B et C), que porte la recherche. Les auteurs appuient leur analyse sur la RSM appliquée à un échantillon de 4 102 paires de maisons existantes transigées dans les trois secteurs retenus entre décembre 2006 et mai 2015. Ils estiment d'abord (Étape 1) les économies de temps de déplacement réalisées suite à l'ouverture de la Ligne 6, et ce pour chaque propriété, entre, d'une part, les pôles d'activité A, B et C et, d'autre part, chacun de ces pôles et le QCA (zone D). Ces économies sont ensuite régressées (Étapes 2) sur le niveau de revenu du ménage et la distance de marche à la station de la Ligne 6 la plus proche. Les résultats de l'analyse suggèrent que l'amélioration de l'accessibilité au QCA s'est traduite, *ceteris paribus*, par une hausse moyenne de 3,75% du prix des résidences – ce qui est similaire à ce que trouve Bajic (1983) pour Toronto -, les zones résidentielles les plus éloignées bénéficiant des primes de marché les plus substantielles. Par ailleurs, en prenant en compte plusieurs pôles d'activités, ce sont les banlieues antérieurement peu accessibles présentant un fort potentiel d'emploi qui bénéficient des taux d'appréciation les plus élevés. Enfin, les plus-values résidentielles découlant de la réduction des temps de déplacement aux principaux pôles d'emploi diminuent avec le niveau de revenu du voisinage et augmentent avec la distance

aux stations de la Ligne 6 en raison des effets négatifs de proximité liés au bruit et de l'offre de logement accrue dans le voisinage des stations.

Une brusque augmentation des valeurs immobilières peut aussi précariser la stabilité financière des commerçants locaux préalablement établis. Dans cette optique, Lin et Yang (2019) se penchent sur la relation entre l'ouverture de nouvelles stations de métro et la gentrification commerciale à Taipei City, à Taiwan. L'étude cible plus précisément cinq des sept nouvelles stations de métro du district de Neihu mises en service en juillet 2009. À l'aide des images générées par Google Maps Street View, les auteurs identifient dans un premier temps les changements intervenus entre 2009 et 2015 au chapitre des commerces et des restaurants localisés dans l'aire d'analyse de façon à en déduire une classification des établissements en voie de gentrification. Sur un échantillon de 701 observations recensées, 176 (25%) présentent des changements de court (65) ou de long (111) terme et sont considérées comme des cas de gentrification. Ces cas sont par la suite intégrés comme variable dépendante (0/1) dans quatre séries de modèles de régression logistique (modèles Logit). Trois variables d'intérêt sont utilisées, soit la plus courte distance entre l'établissement i et la station de métro la plus proche ainsi que deux variables binaires indiquant si l'établissement est situé dans une aire commerciale antérieurement développée ou dans une aire de bureau. Le modèle comporte par ailleurs 14 variables de contrôle qui prennent en considération les changements de court et de long terme des valeurs foncières, du niveau de revenu et d'éducation, de densité de population et d'aire locative moyenne dans le secteur, la largeur de l'artère en face de l'établissement i de même que la plus courte distance entre la propriété et l'intersection, l'arrêt de bus et la station de location de vélos les plus proches en 2015. Les résultats révèlent que la probabilité d'une gentrification commerciale augmente avec la proximité d'une station de métro. De plus, le rayon d'influence d'une gentrification commerciale augmente avec la durée d'exploitation d'une station et s'établit respectivement à 240 m et 300 m pour les changements de court (2009-2012) et de long (2009-2015) terme. Ce rayon d'influence varie par ailleurs selon l'utilisation du sol qui régit l'aire commerciale des stations; il est notamment inférieur pour une aire de bureaux relativement aux autres usages.

Les travaux de Im et Hung (2018) suggèrent que le potentiel d'internalisation s'estompe graduellement après la mise en service, mais qu'en est-il lorsque l'ouverture se prolonge sur une longue période? C'est précisément ce que Trojanek et Gluszac (2018) questionnent relativement à l'ajout d'une nouvelle ligne de métro (M2) sur le prix des appartements en copropriété à Varsovie, en Pologne – seule ville du pays dotée d'un système de transport collectif urbain rapide. Amorcé en 1983, le système de métro couvrait en 2015 29,2 km et se compose de deux lignes, la ligne M1 (nord-sud, 21 stations), mise en service progressivement entre 1995 et 2008, et la nouvelle ligne M2 (est-ouest, 7 stations), complétée en 2015 et dont l'extension est prévue sur la période 2019-2030 (21 stations à terme). Leur analyse porte sur un échantillon géo-référencé de 34 742 prix de vente d'appartements situés dans un rayon de 3 km de la station de métro la plus proche et transigés entre le début de 2008 et la fin de 2015. Les auteurs appliquent dans un premier temps un MPH sur l'ensemble de l'échantillon, suivant les procédures OLS, puis SAR, SEM et SGM. Une approche DiD est ensuite appliquée sur un échantillon restreint de 16 017 propriétés situées à l'intérieur d'un rayon de 1 km des stations pour le groupe de traitement et entre 1 et 3 km pour le groupe de contrôle; quatre sous-périodes d'analyse sont par ailleurs

définies (pré-annonce, pré-construction, construction et post-construction). Conformément aux études antérieures sur le sujet, les résultats de la recherche suggèrent que l'implantation de la nouvelle ligne M2 s'est traduite par une hausse significative des valeurs résidentielles à proximité des stations même avant son achèvement et que cet effet s'est accru dans le temps (-2,5% par km d'éloignement en 2008 vs -3% en 2015). Les résultats de l'approche DiD suggèrent en outre que les propriétés situées à moins de 1 km d'une station ont bénéficié d'une plus-value de l'ordre de 3% à 4% dans les deux années qui ont précédé la mise en service de la ligne M2.

Tout récemment, Torzewski (2020) se penche aussi sur l'impact qu'exerce sur les prix résidentiels la proximité à l'une des stations de la première ligne de métro de Varsovie, en Pologne, en le comparant à celui du bus et du tramway. Avec ses deux lignes de métro, Varsovie possède l'un des réseaux de métro les moins développés en Europe. La recherche repose sur la MPH appliquée selon trois types de procédures (OLS, SEM et SAR) sur un échantillon de 5 576 propriétés neuves et existantes transigées au cours de la période 2006-2013, soit avant l'ouverture de la seconde ligne. La variable d'intérêt des modèles consiste en quatre binaires de distance entre chaque propriété et la station de métro la plus proche (0-400 m; 400-800 m; 800-1 500 m; > 1,5 km). Outre l'âge et le type d'immeuble, la superficie habitable, l'étage et le statut juridique de l'unité ainsi que la présence d'un parking, les variables de contrôle intègrent la distance au QCA et aux arrêts de bus et de tramway les plus proches. Les résultats de la recherche suggèrent qu'une station de métro exerce une influence positive sur les prix dans un rayon de 1,5 km d'une propriété et que cette influence est largement supérieure à ce que génère le bus et le tramway. Par ailleurs, les propriétés situées en deçà de 800 m bénéficient d'une prime de marché maximale (13%). Si la présence de modes alternatifs de TC en deçà d'un rayon de 400 m n'affecte pas la prime de marché générée par le métro, elle en réduit toutefois l'ampleur entre 400 et 800 m (OLS). Les résultats suggèrent enfin que l'impact sur les prix est d'autant plus marqué que le réseau de métro est peu développé, ce qui reflète la contribution marginale d'un premier mode de transport collectif rapide à l'accessibilité générale aux emplois et aux services.

L'extension récente du métro de New-York (*ligne Q*, 3 stations), dont la construction s'est étalée sur plus de six ans (fin 2006 à début 2013) et qui ne fut mise en service qu'en janvier 2017, s'est soldée par un coût aux contribuables de 4,5 G\$, soit le projet le plus coûteux de toute l'histoire américaine. Dans une étude d'impact, Gupta et al. (2020) modélisent l'effet de la distance à ces trois stations sur les prix résidentiels et les loyers immobiliers via un estimateur DiD contrôlé pour les caractéristiques intrinsèques et extrinsèques de 49 673 logements résidentiels et locaux commerciaux entourant le corridor de la 2^{ème} avenue (zone de traitement, n=19 941) et le secteur supérieur est de la ville (zone témoin, n=29 732). La période d'analyse va de janvier 2003 à mars 2019. On définit trois autres zones de traitement qui regroupent (i) les propriétés situées dans un rayon de 0,3 mille (500 m) des trois stations, (ii) toutes les propriétés ayant bénéficié d'une amélioration d'accessibilité au métro suite au projet et (iii) toutes les propriétés de la 2^{ème} avenue respectant les conditions (ii) et (iii). L'achèvement du métro en 2013, s'est soldé par une revitalisation du secteur et une hausse des valeurs résidentielles (+10,2%) qui a réduit de moitié l'écart de prix entre la 2^{ème} avenue et le reste de la zone d'étude. Le projet s'est également traduit par une réduction du temps de déplacement d'environ 14 minutes selon une analyse des données cellulaires des usagers de la zone de traitement. Par ailleurs, une série de régressions des prix de vente sur les loyers demandés pour 1 853 immeubles fait ressortir une hausse du ratio

prix/loyer (multiplicateur de revenu) dans la zone de traitement et, partant, un regain d'intérêt de la part des investisseurs. L'effet agrégé réel se traduit par une hausse nette de 7,1 G\$ des valeurs immobilières, dont 2,1 G\$ ont pu être récupérés par le gouvernement via des mécanismes fonciers. Le projet engendre donc un manque à gagner ($4,5 - 2,1 = 2,4$ G\$) finançable par une taxe « micro ». Néanmoins, une mise en garde demeure à l'effet qu'une hausse des taxes peut influencer à la baisse les valeurs transactionnelles.

5.2. Synthèse et conclusion des recherches sur l'impact du métro

Si la très grande majorité des auteurs en arrivent à la conclusion que la proximité au métro exerce une influence significative et positive sur les valeurs foncières et immobilières, l'ampleur, voire la direction de cette influence dépend d'un grand nombre de facteurs qui doivent être pris en compte dans son estimation. Parmi ces facteurs, mentionnons la pollution sonore et visuelle d'une trop grande proximité aux stations, l'utilisation du sol dominante du secteur (aire commerciale ou de bureaux), l'âge du réseau de métro, sa densité, sa vitesse de desserte et son interconnectivité au reste du système de TC (correspondances avec bus, tramways et trains), la localisation des stations (centre vs périphérie), le type d'infrastructures (souterraines vs hors-sol), la présence d'un stationnement incitatif, les attributs socio-économiques des aires desservies (niveau de revenu des résidents) et, dans le cas d'une nouvelle ligne, la phase de réalisation considérée (annonce, construction, exploitation).

Bien que les recherches recensées ici portent sur des contextes nationaux et urbains très diversifiés, il est possible de dégager de cette revue de littérature un certain nombre de conclusions sur l'influence d'un réseau de métro sur les valeurs immobilières :

- Les hausses de valeur, tant pour les propriétés résidentielles que commerciales, se concentrent autour des stations de métro plutôt que le long du corridor desservi; par ailleurs, la prime de proximité découlant de l'accès au métro dépasse largement celle générée par l'accès à un réseau de bus ou de tramway.
- La densité du réseau de métro et son degré de connectivité aux modes alternatifs de TC (bus, tramway, réseau ferroviaire) sont des déterminants majeurs de l'ampleur des primes de proximité générées au voisinage des stations.
- Pour cette raison, les stations de correspondance, qui favorisent la complémentarité entre divers modes de TC, se caractérisent par des primes de proximité qui sont largement supérieures à celles associées aux stations sans correspondance (plus de 20% dans l'intervalle de distance 400-800 m pour Wuhan); il en est de même de leur rayon d'influence et de la portée de leurs externalités négatives.
- Cela dit, l'aire d'influence d'une station de métro tend à augmenter avec la distance au QCA en raison notamment de l'absence d'alternatives de TC en périphérie, où la contribution marginale du métro à l'amélioration de l'accessibilité aux pôles d'emploi régionaux est maximale.
- La forme urbaine (centralisée vs décentralisée) et le niveau d'achalandage d'un réseau de métro influencent également ses retombées positives sur les valeurs foncières et immobilières (cf. absence d'impact significatif au centre de Miami); par ailleurs, le

phénomène de polynucléation (multiplication des pôles secondaires) a pour effet de diffuser sur l'ensemble du territoire les hausses de valeur dues au métro (diminution du gradient rente-distance), comme c'est le cas dans plusieurs villes canadiennes.

- Dans le même ordre d'idée, certaines études révèlent une relation négative entre la maturité du service (forte étendue spatiale du système et de sa zone de desserte) et la prime de marché associée à la proximité à une station de métro (e.g. à Hong Kong & Taipei).
- Pour ce qui est des résidences, la prime de proximité décroît progressivement avec la distance à la station la plus proche et joue dans un rayon de l'ordre de 1,5 km, les propriétés situées entre 500 et 750 m (entre 10 et 15 minutes de marche) bénéficiant de la prime la plus élevée (en moyenne, entre 4% et 6% de la valeur mais peut atteindre entre 10% et 15%); en outre, la prime de proximité est d'autant plus élevée que l'offre de logements dans la zone de desserte de la station est limitée (offre inélastique).
- Lorsque la station de métro est intégrée à une aire DOTC, son rayon d'influence peut s'étendre à 2 km selon le niveau de fréquentation de la station et le degré de marchabilité du secteur d'où l'importance d'aménager la périphérie des stations en vue de favoriser les modes actifs (e.g. stations de vélo-partage).
- Les résidences situées à moins de 250 m d'une station de métro enregistrent des hausses de prix moindres ou carrément des rabais lorsque les externalités négatives (congestion, bruit, pollution, criminalité) l'emportent sur les avantages de proximité.
- En contrepartie, les propriétés commerciales bénéficient fortement de la proximité, même immédiate, à une station de métro (prime de l'ordre de 40% dans un rayon de 1 km dans le cas de Dubaï); en outre, tant la prime de proximité que le rayon d'influence que commande une station de métro en zone commerciale a tendance à augmenter dans le temps.
- Additionnellement, la probabilité d'une gentrification commerciale augmente avec la proximité d'une station de métro. Le rayon d'influence de la gentrification commerciale augmente avec le nombre d'années d'exploitation du réseau (e.g. 240 m pour 3 ans et 300 m pour 5 ans dans le cas de Taipei City).
- La littérature demeure ambiguë relativement à l'impact qu'exerce sur les valeurs résidentielles la présence d'un stationnement incitatif à proximité d'une station de métro; cette présence est perçue tantôt comme une externalité négative qui réduit la prime de proximité du métro (Ville de Laval), tantôt comme un avantage qui en accroît l'ampleur (Chicago).
- C'est également le cas en ce qui a trait à la relation entre d'une part, l'ampleur et la direction de l'effet de proximité sur les prix résidentiels découlant de la mise en service d'une nouvelle ligne de métro et, d'autre part, le niveau de revenu ou la gamme de prix des logements des secteurs affectés; alors que cette relation s'avère négative (Shanghai), voire fortement négative (Téhéran) dans certains contextes urbains, elle ressort carrément positive dans d'autres études (Hambourg et Hangzhou).
- L'ampleur de la prime de proximité suite à l'ajout d'une nouvelle ligne de métro est directement fonction de l'amélioration de l'accessibilité des résidents aux divers pôles d'activité métropolitains par rapport à la situation qui prévalait antérieurement; pour cette

raison, plusieurs études font état d'une hausse des valeurs immobilières supérieure au voisinage des stations situées en périphérie (jusqu'à 14%, dans le cas de Wuhan) vs en zones centrales, i.e. là où les clientèles sont déjà bien desservies en TC et disposent de modes de déplacement alternatifs.

- Si l'ajout d'une nouvelle ligne se traduit surtout par la valorisation des sites situés dans le périmètre des nouvelles stations, elle se traduit également, dans une moindre mesure, par une hausse de la prime de proximité des propriétés avoisinant les stations existantes dans la mesure où la nouvelle ligne accroît l'accessibilité générale au réseau de métro.
- Toujours en rapport avec l'ajout de nouvelles lignes de métro, les retombées positives sur les valeurs immobilières, qui ont tendance à augmenter dans le temps, se font sentir dès l'annonce du projet (effet d'anticipation) et plus encore lors de la mise en service des stations; la prime de proximité diminue toutefois durant la phase de construction en raison des inconvénients qui en découlent (bruit, pollution).
- Dans les villes dont le réseau de métro est en partie hors-sol (au niveau de la chaussée ou surélevé) et souterrain (e.g. Berlin, Hambourg), la prime de proximité est nettement plus élevée pour les terrains et les propriétés, tant résidentielles que commerciales, qui se situent dans le voisinage des stations du réseau souterrain; même les résidences situées dans un rayon de 250 m de telles stations bénéficient d'une prime de marché substantielle alors que la forte proximité à une station du réseau hors-sol se traduit par un rabais en raison du bruit qu'elle occasionne (Berlin) et du faible potentiel piétonnier (marchabilité) de son environnement immédiat (Séoul).
- Enfin, le type de station de métro ou de métro léger s'avère un élément crucial dans l'estimation des effets de proximité. Les recherches récentes réalisées sur Toronto et Vancouver suggèrent que, relativement aux stations situées au niveau du sol, tous les autres types de stations (surélevée ouverte ou couverte, semi-souterraine et souterraine en tranchée ouverte ou couverte) génèrent des primes de proximité qui s'avèrent, en moyenne, supérieures. Si les primes les plus élevées s'appliquent aux stations souterraines, les stations semi-souterraines et surélevées commandent également des plus-values substantielles. Cela dit, les stations surélevées peuvent aussi diminuer le potentiel des droits aériens généralement valorisés dans un contexte de DOTC.

6. LES RETOMBÉES D'UN RÉSEAU DE SLR SUR LES VALEURS IMMOBILIÈRES

6.1. Revue de la littérature

Au début des années 2000, l'expansion rapide en milieu urbain nécessitait la venue d'investissements importants en infrastructures de transport publics. Moins coûteuse que le métro, mais plus rapide que l'autobus et plus moderne que le tramway, les SLR (SLR) s'avèrent une bonne alternative afin de soutenir le développement urbain. Dans une étude sur le métro léger de Portland (Orégon, États-Unis), Knaap et al. (2001) s'intéressent à l'effet de l'approbation officielle du projet sur les valeurs immobilières. L'idée sous-jacente veut qu'un plan serve d'instrument de coordination entre les investissements gouvernementaux et les projets urbains privés. Lorsque les bâtiments haussent en valeur, le coût de redéveloppement diminue et encourage la création de projets immobiliers à haute densité résidentielle le long du corridor. En échange, les autorités publiques enregistrent une hausse des revenus fonciers et d'opération du TC. Annoncé en 1993 et mis en service en 1998, le nouveau réseau fait l'objet d'une étude d'impact. Les chercheurs modélisent un MPH de forme fonctionnelle log-linéaire (1992 à août 1996) afin d'étudier la prime de proximité de terrains vacants ($n = 1\,537$) le long du corridor et situées dans un rayon de 1 mille (1,6 km) ou 0,5 mille (800 m) d'une future station. À l'aide d'un ensemble de contrôle de 15 variables incluant une tendance temporelle, les coefficients d'intérêts (i.e., l'effet de la distance auprès d'une station avant et après l'annonce) indiquent des effets de proximité positifs et significatifs seulement après l'annonce du projet, les primes de marché étant plus prononcées pour les terrains situés dans un rayon de 0,5 mille (800 m) où se concentrent les bénéfices économiques.

Dans un rapport commandé par l'opérateur du système léger sur rail de la région de Dallas (DART), Clower et Weinstein (2002) recensent l'intégralité des propriétés (unifamilial, multifamilial, bureau, commerce de détail et industriel) se situant dans un rayon de $\frac{1}{4}$ de mille pour 23 stations du DART ($n = 4\,127$) ainsi qu'un groupe contrôle situé à l'extérieur de la zone d'influence des stations ($n = 5\,317$). Avec ses 93 milles (149.7 km), le SLR de Dallas est le plus développé des États-Unis et fut mis en service en juin 1996. Une analyse des valeurs d'évaluation médianes pour la période 1997-2001 révèle que les segments immobiliers du bureau et résidentiel ont connu des augmentations respectives de 13,2% et 12,7% supérieures au groupe de contrôle, alors que le secteur de détail a suivi approximativement la même tendance. Le secteur industriel, quant à lui, n'a enregistré qu'une hausse de valeur de 13% contre 21% pour le groupe témoin, probablement en raison des difficultés entourant le transport des marchandises. Les chercheurs citent la littérature en expliquant que, dans tous les cas, l'internalisation des effets de proximité ne peut être généralisée et que le succès du nouveau SLR repose sur la conjonction d'un ensemble de circonstances favorables (e.g., disponibilité de terrains développables et contextes économique, politique et social favorable). En l'absence de ces facteurs de réussite, les impacts du SLR et pour l'ensemble des autres modes de TC semblent plutôt limités.

Au chapitre du différentiel d'impact entre les trains lourds (HRT) vs légers, Ryan (1999) fait valoir que le SLR devrait avoir moins d'impact sur les valeurs des propriétés que le HRT en raison d'une vitesse moyenne et d'une capacité inférieure, résultant ainsi en des économies de temps de déplacement plus modestes. Dans une étude sur le métro léger de Vancouver (Skytrain) au Canada, Au (2007) étudie la variation des prix moyens de 378 condos type haut de gamme

vendus au cours des années 2000 (durant la construction), 2002 (à l'ouverture) et 2005 (trois ans après l'ouverture) à proximité de la station Loughheed faisant partie intégrante de la ligne Millennium. Une analyse préliminaire des coefficients de corrélation révèle que seule l'année de construction (2000) affiche une relation négative et importante entre la distance et le prix des condos. Toutefois, une estimation en OLS et par la méthode de régression séquentielle isole quatre modèles optimaux (un en coupe transversale et trois modèles segmentés selon l'année) afin d'identifier l'effet de distance sur les condos : aucun modèle ne génère de résultats significatifs. Deux interprétations en ressortent, soit : (i) la période de construction engendre suffisamment d'effets négatifs pour contrebalancer les hausses de valeur anticipées et (ii) l'accessibilité au Skytrain ne semble pas être un critère prédominant dans la décision d'acheter une maison. En réponse à la première explication, on souligne l'importance de concevoir des stratégies de construction qui minimisent les effets négatifs. Malgré les faibles retombées du projet, l'avènement de la nouvelle ligne devrait tout de même encourager des politiques DOTC par un meilleur partage des terrains entre piétons et automobilistes.

Le constat qu'un gain d'accessibilité peut être négligé par le marché semble plutôt conjoncturel. Hess et Almeida (2007) étudient la relation entre la distance et les valeurs d'évaluation de 7 357 propriétés résidentielles multi et unifamiliales du cadastre de 2002 situées dans un rayon de ½ mille (800 m) autour de 14 des 15 stations du SLR de Buffalo (majoritairement en souterrain, ouverture en 1985) dans l'état de New-York, aux États-Unis. La littérature relatée dans l'article présente essentiellement des études de cas portant sur des villes en croissance démographique et économique – notamment situées dans la Sun Belt (ceinture du soleil) – par opposition aux municipalités de la Rust Belt (ceinture de la rouille), dont Buffalo fait partie intégrante. Une première régression de type OLS (12 variables de contrôle) regroupant toutes les propriétés permet de dénoter une prime de proximité variant de 1 300-3 000 \$ pour chaque rapprochement d'un quart de mille (400 m) d'une station. En revanche, trois régressions agrégeant les 14 stations par niveau de revenu médian du voisinage (faible, moyen, élevé) présentent un tout autre portrait : une distance croissante augmente les valeurs résidentielles des quartiers riches, mais dévalue celles des quartiers défavorisés. C'est ici que l'importance du contexte entre en jeu. En 1969, la baisse importante de population amorcée depuis les années cinquante justifie la construction du train en vue de revitaliser le QCA et les artères principales. Néanmoins, l'itinéraire limité du SLR combiné à une vieille technologie se traduit par un faible degré de connectivité et de confort, ayant à son tour engendré un manque d'accessibilité régionale aux centres d'emploi. Qui plus est, le QCA de Buffalo – à l'instar des autres villes de la ceinture de la rouille – présente une forte concentration de bâtiments vétustes à proximité du QCA. Plus positivement, les chercheurs concluent en affirmant que l'effet limité du SLR pourrait devenir un instrument de promotion afin d'encourager la venue de nouveaux arrivants aux endroits stratégiques de la ville.

Dans un contexte socio-économique défavorable, le cas de la ville de Sunderland au Royaume-Uni fait également cas de figure au chapitre d'un effet d'accessibilité limité sur les valeurs immobilières. Du et Mulley (2007) ont analysés les prix demandés résidentiels à trois périodes dans le temps, soit avant l'annonce du SLR (extension sud du Tyne & Wear) en septembre 1999, à l'ouverture en mars 2002 et après un an d'exploitation en mars 2003. Ils construisent un indice de l'évolution temporelle des prix pour fins de comparaison avec un ensemble d'indices agrégés : on observe une évolution plus marquée des valeurs à Sunderland par rapport au reste du pays.

Les auteurs identifient ensuite quatre groupes de contrôle similaires aux zones d'impact (rayon de 1 km), mais non reliées physiquement, qu'ils associent aux résidences entourant les six stations étudiées (rayon de 0,5 km). Une comparaison de l'évolution des indices inter et intragroupe ainsi que leur interaction via des tests de contraste ANOVA permet de conclure qu'il n'y a pas de différences significatives entre les prix des propriétés de cinq des six zones d'impact par rapport à leur zone de contrôle respective. Plusieurs pistes d'interprétation sont alors proposées, soit : (i) le projet a malgré tout contribué à faire redorer l'image de la ville en général, ce qui pourrait expliquer la hausse relativement plus élevée des résidences de Sunderland; (ii) le SLR offre un ensemble de destinations limitées et concentrées au nord de la ville et (iii) l'outil statistique utilisé ne permet pas de contrôler pour les autres facteurs liés à la propriété et à son contexte (e.g., le SLR pourrait accélérer la vente d'une maison plutôt qu'augmenter son prix). Les auteurs suggèrent d'étendre l'analyse au secteur commercial afin de mieux cerner les impacts réels du projet.

Dans une étude de suivi, Du et Mulley (2012) reprennent le cas du métro de Tyne & Wear (45 stations) sans l'extension de Sunderland via une modélisation GWR. Pour un échantillon de 1 700 habitations regroupées par code postal, ce modèle a pour avantage de générer un estimateur de l'effet de proximité spécifique à chacun des regroupements, permettant donc leur variabilité spatiale. Ainsi, le niveau d'interaction entre les résidences augmente avec leur proximité du SLR – hypothèse négligée par le MPH. Dans ce même modèle, deux variables d'intérêt permettent de comparer l'effet du temps de déplacement au QCA en automobile vs en transport public (autobus, SLR) sur les prix demandés des propriétés résidentielles. Le modèle local révèle une prime (rabais) d'accessibilité sur les valeurs résidentielles liée à l'utilisation du transport public (automobile). L'analyse géographique des zones d'impact du TC isole une prime importante affectant les quartiers défavorisés – plus près du centre-ville – où l'économie d'une minute de transport fait augmenter les valeurs résidentielles jusqu'à 6% comparativement à une moyenne globale de 1,2%. Quant aux résidents des banlieues, ils bénéficient grâce à l'automobile d'une prime d'accessibilité aux aménités naturelles (e.g., parc, bord de mer, campagne) éloignées du QCA et difficilement accessible via le SLR. Cette prime est maximale pour les résidents situés au nord-est, un secteur bordé par la mer du Nord. Une critique à l'effet que les déplacements non reliés au travail sont négligés permet de souligner l'importance du rôle de la variabilité spatiale dans le calcul des plus-values résidentielles attribuables au TC. En conclusion, un réseau bien intégré doit donc assurer l'accès tant aux centres d'emplois qu'aux aménités.

Pour assurer le succès d'un SLR, il est nécessaire d'articuler une gestion de l'offre de logements bien coordonnée entre les instances publiques et privées via des politiques de zonage DOTC. Néanmoins, les impacts engendrés par une application uniforme de ces règlements varient selon le type de quartier avoisinant les stations. À Phoenix, en Arizona (États-Unis), Atkinson-Palombo (2010) s'intéresse à la typologie des stations qu'il divise entre les « *park and ride* » (PAR - quartiers résidentiels) et les « *walk and ride* » (WAR - zonage résidentiel et commercial ou « mixte »). De plus, l'auteur souligne un problème d'endogénéité à l'effet qu'il est difficile de séparer l'effet des politiques de zonage (DOTC) vs l'effet du SLR sur les valeurs résidentielles. Il propose d'isoler les stations sujettes aux politiques DOTC pour les fenêtres temporelles associées à la période précédant (1995-1999) et suivant (2001-2007) leur mise en place. Le chercheur soutient en outre que le type de propriété (unifamiliale vs condo) attire des clientèles qui reflètent

des préférences de densité distinctes (faible vs grande). Dans une série de huit régressions (condo vs unifamilial, PAR vs WAR, avant vs après) de formes fonctionnelles semi-log, l'auteur constate que les propriétés unifamiliales situées à proximité des PAR ne sont pas affectées par le SLR alors qu'elles subissent une baisse de valeur de 11% suite aux changements de zonage. À l'autre extrême, la valeur des condos situés près des stations WAR augmentent de plus de 20% en raison du SLR en plus de bénéficier d'une surprime de 37% dû aux politiques DOTC alors que l'effet de ces mêmes politiques fait diminuer de -11% celle des condos situés en zone PAR. Ces résultats suggèrent que l'ampleur et la direction des effets de proximité sont fortement tributaires du type d'aménagement urbain qui se doit d'être segmenté et adapté à la nature des clientèles résidentielles déjà établies. En conséquence, l'auteur met en relief l'importance de mieux contrôler pour les différents types de voisinage près des stations dans la méthodologie employée.

Deux ans plus tard, Golub et al. (2012) publient eux aussi leur étude d'impact sur le même cas. Fondée sur un échantillon de 122 222 transactions résidentielles (unifamiliales, multifamiliales), commerciales et de terrains vacants effectuées entre août 1988 et septembre 2010, l'étude met l'accent sur les diverses phases du projet. La ville de Phoenix est l'une des premières aux États-Unis à avoir promulgué des règlements de zonage DOTC avant la construction du SLR. Les résultats obtenus à l'aide de quatre modèles double-log – un pour chaque type de parcelle – suggèrent globalement des primes de proximité aux stations qui augmentent à mesure que le projet progresse dans son cheminement. La bulle immobilière de 2005-2007 (prix surévalués), puis la crise financière qui s'en est suivie en 2008 (prix sous-évalués) correspondent respectivement aux périodes de construction et de mise en exploitation du réseau. Malgré l'effondrement des valeurs immobilières, la prime de proximité grimpe de façon importante pour le marché résidentiel, alors que les terrains vacants et le segment commercial affichent une prime de proximité significative seulement durant la phase de construction. Ces hausses qui résistent au contexte défavorable signalent bel et bien une forte propension du segment résidentiel à internaliser les gains d'accessibilité, ce qui contraste avec la quasi-stagnation du segment commercial sujet à un risque d'exploitation plus élevé. Par ailleurs, seules les valeurs résidentielles multifamiliales enregistrent un rabais de proximité au corridor dans un périmètre de 200 pieds (60 m) pendant la construction. Bref, le cas de Phoenix illustre les retombées favorables de la mise en place précoce de politiques DOTC qui agissent à titre de catalyseur dans la viabilité du projet de TC.

Les travaux qui précèdent nous amènent à nous demander si les effets de proximité associés à l'arrivée d'un SLR sont susceptibles de stimuler différemment les bénéfices d'accessibilité qui en découlent selon le profil socioéconomique des zones de desserte ciblées (e.g. les quartiers plus défavorisés). Si tel est le cas, on pourrait alors observer des hausses de prix plus importantes pour la zone de traitement relativement à la zone de contrôle sans toutefois isoler un impact de proximité significatif sur les prix résidentiels. Dans son étude sur la Lynx Blue Line, le réseau de SLR de Charlotte, en Caroline du Nord (31,1 km, 26 stations dont 11 avec stationnements incitatifs), Billings (2011) teste formellement cette hypothèse à travers un modèle MPH avec DiD auprès d'un échantillon de 25 780 propriétés résidentielles (unifamiliales, condos) et commerciales vendues entre 1994 et juin 2008 et longeant le corridor du SLR; l'analyse porte sur les 15 stations du réseau en exploitation au moment de l'étude. Une comparaison des tendances de prix via un indice de ventes répétées entre la zone d'impact (ligne du sud), le groupe de contrôle

(tronçon correspondant aux plans initiaux, mais déplacé subséquemment) et celui du comté suggère une différentielle positive pour la ligne du sud. La régression du log des prix de transaction selon les types de propriétés susmentionnées révèle effectivement que, suite à l'annonce du SLR en 2000, les résidences situées le long du corridor de la ligne sud enregistre des primes atteignant respectivement 4% et 13% pour les unifamiliales et les condos (aucun impact significatif pour les commerces), mais que ces hausses de valeur sont plutôt le résultat d'un biais de sélection et ne sont pas causées par la seule proximité au SLR. Cette étude de cas est particulièrement intéressante puisqu'elle illustre comment le SLR peut servir d'outil au développement économique, notamment par le choix de l'emplacement des stations auprès de populations plus enthousiastes face aux politiques DOTC. La façon d'orienter le projet demeure donc un facteur de succès crucial dans l'obtention de primes de proximité effectives.

Toujours en rapport avec le SLR de Charlotte, Yan et al. (2012) analysent l'impact de la ligne sud sur 6 381 maisons unifamiliales préalablement filtrées et transigées entre 1997 et 2008. L'approche MPH diffère de la précédente par l'inclusion d'effets fixes individuels au niveau de 34 secteurs de recensement. Huit variables structurelles du logement ont également été ajoutées afin d'isoler l'effet de proximité aux stations sur les prix résidentiels. Finalement, quatre fenêtres temporelles identifiant les phases du projet (pré-planification, planification, construction et exploitation) ont permis de mieux suivre l'évolution du coefficient de distance sur les valeurs. Les résultats indiquent que les prix augmentent significativement avec la distance aux stations (i.e., rabais de proximité) durant les trois premières phases du projet, mais que le coefficient d'intérêt s'estompe graduellement et devient non significatif à l'ouverture de la station. Ces résultats peuvent s'expliquer d'une part par le fait que le SLR a été construit sur une ancienne ligne destinée au transport de marchandises (*freight line*) et tendent à confirmer l'observation de Billings (2011) à l'effet que les valeurs commerciales n'ont pas connu de hausse significative : une zone industrielle est généralement peu attrayante en raison des risques élevés de contamination des sites (*brownfield*). D'autre part, le caractère non significatif du coefficient de distance suivant l'ouverture du réseau suggère que les avantages du SLR compensent pour ses externalités négatives.

Plus récemment, et dans une dernière étude sur le SLR de Charlotte, Ke et Gkritza (2019) se penchent sur la prime de proximité à une station durant la phase d'exploitation du projet. L'approche quasi-expérimentale qui repose sur plus de 43 000 transactions résidentielles effectuées entre 2001 et 2016 révèle une prime de proximité avant l'ouverture de l'ordre de $10\text{\$} / \pi^2$ par 100 pieds de rapprochement. Suite à l'ouverture du réseau, l'effet total estimé à l'aide d'un modèle corrigé pour l'autocorrélation spatiale suggère au contraire un rabais de proximité d'environ $20\text{\$} / \pi^2$ par 100 pieds de rapprochement. La moyenne d'âge élevée des résidences, construites dans les années 50 et 60, a fixé la norme au niveau de l'utilisation des terrains : un zonage mixte et à haute densité résidentielle ne convient pas au type de voisinage et de clientèle actuels. Bref, un quartier plus ancien implique que ses résidents, qui sont familiers avec les patterns d'utilisation du sol en place (effet d'accoutumance), seront d'une façon générale réticents à accepter le SLR et opteront pour des localisations plus éloignées des stations. Ainsi, l'âge du parc immobilier – donc du quartier – est un facteur prépondérant dans la détermination de l'ampleur et de la direction des effets de proximité d'une station SLR. Enfin, la crise immobilière de 2008 est aussi en partie responsable des résultats obtenus ici.

Dans un autre contexte, Ko et Cao (2010) étudient également le comportement des bâtiments industriels à proximité de la ligne bleue (12 milles - 19 km -, 17 stations) construite en 2004 dans la zone urbaine de Minneapolis, aux États-Unis. Leur MPH se démarque notamment par l'inclusion de descripteurs socio-économiques, tels la proportion d'Afro-Américains et le nombre de travailleurs dans les zones tampons de 1 km autour des 17 stations concernées. La comparaison avec un groupe témoin sur deux fenêtres temporelles, soit avant (2000-2004) et après (2004-2008) l'ouverture du service, permet de constater qu'une prime de proximité dans les zones d'impact n'est détectable que suite à l'ouverture du SLR. En revanche, les auteurs ne constatent pas de différence significative entre les prix des bâtiments commerciaux et industriels, mais remarquent toutefois une plus grande sensibilité des prix de transaction à la superficie brute des bâtiments dans les zones d'impact. Cela suggère que la compétition pour l'accès à des terrains à proximité du SLR est plus forte que dans le groupe témoin et qu'il existe vraisemblablement des différences importantes avec le marché résidentiel qui ne suit pas la même dynamique.

Plus récemment, Pilgram et West (2018) se sont eux aussi penchés sur la ligne bleue. L'étude repose sur un échantillon de plus de 100 000 ventes répétées de résidences unifamiliales et couvre la période 1990-2014. Les modèles RSM estimés en OLS via une procédure DiD comportent entre autres deux groupes de contrôle, soit un premier au sud de Minneapolis et un second dans un rayon de $\frac{1}{2}$ à 1 mille (800-1 600 m) du corridor, ainsi que trois périodes, soit avant l'annonce (1990-1997), durant la construction (1998-juin 2004) et après l'ouverture (juillet 2004-2014). Les coefficients d'impact de la prime de proximité ne révèlent pas d'effets significatifs. Une analyse des coefficients pour toutes les fenêtres temporelles possibles relatives aux première et troisième périodes (i.e., 8 ans avant $\times$ 11 ans après = 88 estimés) renforce les résultats précédents. Les résultats suggèrent que les effets de proximité, qui sont entièrement internalisés dans les prix après sept ans d'exploitation, demeurent limités et très concentrés dans l'espace : parmi les six stations étudiées, une seule d'entre elle (46^{ème} rue) affiche une prime de proximité significative d'environ 3%. Ces résultats s'ajoutent à ceux de Ko et Cao (2010) à l'effet que l'ensemble des valeurs immobilières (résidentielles, industrielles, commerciales) ont très peu bénéficié du SLR dans ce secteur.

Bien qu'il soit pertinent de connaître la distance optimale de marche pour accéder à une station de SLR, il l'est tout autant de mieux caractériser les éléments favorables au déplacement. Duncan (2011) isole l'effet d'interaction entre la distance et certains éléments constitutifs d'une politique DOTC (densité des emplois de service, intersections piétonnières et niveau d'inclinaison du trajet). Son étude, qui porte sur un échantillon de 3 374 ventes de condos dans la ville de San Diego (États-Unis) entre 1997 et 2001, révèle que l'effet de proximité d'une station dans un environnement DOTC « typique » n'est pas significatif. En revanche, une analyse de l'aire d'influence des zones DOTC révèle notamment que la densité des emplois de service exerce un impact positif sur le prix des résidences situées dans un rayon de 0,9 km d'une station. En outre, une comparaison du gradient de la fonction de distance entre un quartier DOTC de qualité supérieure vs inférieure à la moyenne fait ressortir un effet de clientèle : les prix de vente diminuent dans le premier cas (prime de proximité) et augmentent dans le second (rabais) avec la distance à la station sur une portée d'environ 1,3 km. On peut donc en conclure que l'ampleur et la direction des effets de proximité sont tributaires de la capacité à fournir aux piétons des

conditions d'accès et de circulation qui agrémentent le déplacement, sans quoi la portée du SLR en matière de retombées immobilières demeure plutôt limitée.

L'enjeu d'accessibilité a bien été entendu par les dirigeants de la ville d'Hamilton, en Ontario (Canada). Suite à un rapport qualitatif cherchant à évaluer les bénéfices globaux d'un possible SLR dans la municipalité, Topalovic et al. (2012) se réfèrent aux résultats produits par la firme d'ingénieur torontoise *Groupe IBI inc.* estimant une valeur actuelle nette d'environ 1 G\$ en bénéfices économiques agrégés. Plus précisément, le rapport cite une hausse possible de 5% à 15% de la valeur des bâtiments situés à proximité des stations desservant les pôles d'activité majeurs et d'environ 3% à 8% ailleurs le long du corridor. Les auteurs citent également le cas à succès du *CTrain*, à Calgary, l'un des réseaux de SLR les plus achalandés en Amérique du Nord et bien connu pour avoir réduit de façon importante les déplacements en automobile par des politiques visant à en altérer le coût d'utilisation (e.g., restriction des places de stationnement, augmentation des frais, etc...). La réussite du projet repose notamment sur une vision commune des responsables politiques et sur une coordination harmonieuse entre les parties prenantes.

Toujours au Canada, Hewitt et Hewitt (2012) s'intéressent à la variabilité de l'effet de proximité du *O-Train*, à Ottawa, entre 2006 et 2009. Leur analyse se fonde sur un échantillon de 3 735 propriétés résidentielles. À l'instar des autres recherches, on note une relation négative entre la distance de marche aux stations et les prix résidentiels (-2,61 \$ / mètre supplémentaire). La proximité à une station de SLR est donc perçue, dans l'ensemble, comme un avantage. Cela dit, une analyse des effets propres à chacune des stations via un modèle GWR tend à confirmer ce que la plupart des études captent, à savoir qu'une très grande proximité à la station de SLR exerce une pression à la baisse sur les prix résidentiels. L'explication la plus évidente repose sur l'existence d'externalités négatives (i.e., bruit, vibrations, circulation accrue, perte d'intimité...) qui représentent une source de désagrément pour les proches résidents. En outre, les auteurs soulignent aussi que le SLR circule sur une propriété du *Canadian Pacific Railway* (CPR) antérieurement exploitée pour le transport de marchandises. Cela implique qu'un échec du partenariat public-privé entre les deux instances pourrait se solder par un éventuel retour au transport de fret, ce qui dégraderait considérablement la qualité du voisinage.

Les externalités négatives peuvent avoir lieu bien avant la mise en service du SLR (e.g., durant la construction). Johnson et Nicholas (2019) s'intéressent au *Ion Rapid Transit System* (ION, 19 km, 19 stations) de Kitchener-Waterloo, ouvert en juin 2019. L'étude, qui s'étend de 2002 à juin 2016, tente de capter les effets d'anticipation précédant l'annonce du projet en 2003 (période pré-annonce) et suivant le dévoilement précis du parcours du SLR et de la localisation des stations (2011). L'échantillon, composé de 14 606 condominiums et de 57 073 maisons, est réparti entre le groupe de traitement (i.e., propriétés situées dans un rayon de 1 km de la station la plus proche) et le groupe de contrôle composé du reste de la ville. Une analyse avant/après de type DiD révèle que le prix des maisons et des condos à proximité des stations n'a pas varié significativement dans le temps, quoique les conclusions soient plus mitigées dans le cas des condos. Ces résultats peuvent s'expliquer par le faible taux d'achalandage du service d'autobus, qui ne capte qu'environ 3% des déplacements, et des TC au niveau régional ($\pm 7,5\%$). Il s'agit de la première étude canadienne qui s'intéresse aux effets d'anticipation d'un SLR.

Dans le même ordre d'idée, une durée excessive des travaux et des délais de réalisation répétés peuvent aussi remettre en cause la réussite du projet. Le cas du SLR (métro léger) de Thessaloniki, en Grèce, a fait l'objet d'une étude par Efthymiou et Antoniou (2014). À cette époque, l'achèvement de la construction – amorcée en 2006 – était prévu pour 2018. En date d'aujourd'hui, le projet n'est toujours pas terminé et les projections s'orientent plutôt vers 2023. Leur analyse, qui repose sur un échantillon de 2 130 ventes et de 2 483 loyers résidentiels et s'échelonne de septembre 2011 à janvier 2012, vise à estimer l'effet de proximité aux stations de SLR. Les résultats du modèle SEM révèlent un rabais d'environ 8% sur les prix et les loyers des résidences situées dans un rayon de 500 mètres d'une station. Selon un sondage réalisé en 2012 et cité par les auteurs, 73% des commerçants interrogés avoisinant la future station Venizelou affirment expérimenter des difficultés économiques en raison de ces travaux.

Dans une étude de suivi publiée en 2015, les mêmes auteurs s'attardent aux impacts de la récession qui afflige la Grèce depuis 2010. Un nouvel échantillon de prix d'habitations (n= 19 703) et de loyers demandés (n = 18 311) est prélevé pour 2011 et 2013. L'analyse révèle cette fois un impact globalement positif et significatif de la proximité à une station SLR. En revanche, les résultats obtenus à l'aide d'un modèle SEM suggèrent une diminution de la prime de proximité entre les deux périodes qui s'établit respectivement à 43% et 63% pour les prix et les loyers. Les auteurs obtiennent des résultats similaires pour d'autres infrastructures de transport (e.g., autobus, tramway et train de banlieue). Cette diminution importante des primes de proximité dans le temps témoigne de l'influence majeure du climat d'incertitude sur la propension du marché résidentiel à internaliser les effets bénéfiques de la proximité au SLR.

Dans une autre perspective, les effets de proximité dépendent des options de transport mis en place et de l'interconnectivité du réseau de TC. Kim et Lahr (2014) se sont penchés sur cette question à l'aide d'un échantillon de 13 599 ventes répétées de propriétés résidentielles (RSM) dans la ville de Jersey (New Jersey, États-Unis) entre 1991-2009. Le modèle estimé par OLS vise à estimer la prime de proximité selon des endroits ciblés dans la ville présentant un profil de voisinage hétérogène. Les quartiers autour des stations de SLR plus éloignées du QCA (avenue Ouest et 22^{ème} rue est) présentent des primes respectives de 16,9% et 20%, alors que ceux attenants à l'avenue centrale (9^{ème} rue) n'affichent pas d'effet. Une analyse du portrait socio-économique suggère qu'une plus grande distance à la station la plus proche augmente les coûts de déplacement et qu'en conséquence, la valeur marginale associée au métro léger en est rehaussée. Seul un quartier plus éloigné, l'avenue Bergenline, n'affiche pas d'effet significatif en raison du service d'autobus qui le relie à Manhattan, un pôle majeur d'emploi situé dans la ville de New York. À l'instar de plusieurs recherches antérieures, ces résultats aident à mieux saisir l'effet des stations plus éloignées qui, vraisemblablement, procurent un avantage aux populations des banlieues dans la mesure où il y a gain marginal d'accessibilité aux pôles d'activités.

Dans la même foulée, Knowles et Ferbrache (2015) présentent et explicitent six avantages économiques liés à la mise en place d'un réseau de SLR. D'abord, la revalorisation de sites précédemment difficiles d'accès, tels les zones du Docklands à Londres, a pour effet d'améliorer la connectivité avec le QCA et de hausser la valeur des propriétés avoisinantes dépréciées par le faible achalandage. L'ajout d'une telle infrastructure de TC altère la perception de l'accessibilité pour les investisseurs qui, à leur tour, sont enclins à entreprendre de nouveaux développements.

Un exemple notoire à ce chapitre est le nouveau quartier de Ørestad à Copenhague au Danemark qui, suite à sa revitalisation, a vu l'arrivée de nouveaux sièges sociaux ainsi que de plusieurs nouvelles entreprises, écoles et universités. Non seulement les investissements peuvent provenir de l'extérieur de la région, mais l'accès à des quartiers fraîchement revitalisés incite les entreprises locales à s'y installer et à mieux rationaliser leurs ressources (e.g., MediaCityUK et Independent Television au Royaume-Uni). En plus de la hausse globale de la valeur des propriétés déjà en place, toutes ces mesures se traduisent par une meilleure capacité des instances publiques à élargir leur champ de taxation et à soutenir la croissance démographique.

Song et al. (2019) ont étudié les impacts du *Docklands Light Railway* (DLR, 45 stations, majoritairement surélevé) sur l'accessibilité à ce quartier londonien. Ouvert en 1987, le réseau a par la suite fait l'objet d'une série d'extensions vers le centre-ville, dont un accès à l'aéroport en 2006, un prolongement permettant de traverser la Tamise en 2010 (branche sud-est) ainsi que l'ajout de la branche nord reliée à la ligne de métro JLE en 2012. Les auteurs ont estimé l'impact économique découlant de ces nouvelles infrastructures sur la base d'un échantillon de 6 921 transactions résidentielles localisées dans un rayon de 1 km de treize de ces stations : en moyenne, chaque station génère une plus-value immobilière agrégée de 5,8 M£ suite à l'ouverture des extensions du réseau SLR. Ces retombées sont toutefois très localisées : alors que les propriétés voisines des stations sud-est enregistrent un effet positif (i.e., +0,35% de valeur pour chaque rapprochement de 100 mètres), aucun effet significatif n'est signalé pour les propriétés de la branche Nord du réseau. En revanche, une autre variable introduite dans le modèle capte une prime de proximité au métro de Londres (JLE) de +5,7% pour les propriétés du secteur nord seulement. À titre comparatif, le réseau de métro dessert dix fois plus de trajets que le DLR et cela porte à croire que le rayon de desserte du premier remporte la palme en termes de gains d'accessibilité.

À Portland en Oregon (États-Unis), Welch et al. (2016) se penchent sur l'effet conjoint de la proximité aux pistes cyclables (sur ou hors rue) ainsi que des arrêts de SLR (desserte en périphérie) et du tramway de type « streetcar » (centre-ville) sur les valeurs immobilières. Un pseudo-panel spatiotemporel généré via une procédure d'auto-amorçage (*bootstrap method*) avec 1 000 répétitions permet d'obtenir des estimateurs moyens des effets de proximité. Les résultats obtenus à l'aide d'un échantillon de 80 182 transactions résidentielles unifamiliales et multifamiliales préalablement filtrées et couvrant la période 2002-2013 révèlent des primes de proximité aux stations pour le SLR (46¢ / pied) et le tramway (4,45\$ / pied). Au chapitre des pistes cyclables, seules les pistes régionales hors rue (i.e., les plus utilisées) affichent des primes de proximité (86¢ / pied), alors que celles sur rue dévaluent les propriétés avoisinantes (-2,47\$ / pied). Les pistes sur rue étant situées près des artères achalandées, l'addition du vélo au débit de circulation vient amplifier le lot d'externalités négatives et exerce une pression à la baisse très prononcée sur les prix transigés. L'effet cumulé des externalités négatives le long d'une ligne de SLR ou de tramway « streetcar » doit donc être soigneusement pris en compte dans la planification du réseau.

Murray (2017) se penche sur les retombées du SLR dans la ville de Gold Coast, dans l'état du Queensland, sur la côte est australienne. Leur analyse longitudinale en DiD porte sur 7 883 sites entourant les seize stations du SLR. Basé sur les valeurs d'évaluation, cet ensemble de données

regroupe 314 901 propriétés de tous types réparties sur 12 ans entre 2001 et 2015³, soit avant l'annonce officielle (2004) jusqu'à l'ouverture du SLR (2014). Incluant une trentaine de descripteurs de contrôle et 96 variables d'intérêts (12 ans, 8 bandes de distance), l'analyse temporelle révèle très peu d'effets d'anticipation mais plutôt une internalisation marquée des effets de proximité suite à l'ouverture du projet. D'autres chercheurs cités dans l'article en arrivent au même constat, dont Loomis et al. (2012) pour le métro de San Juan à Puerto Rico, en raison de l'incertitude élevée quant au potentiel d'achèvement du projet. Entre 2008 et 2011, l'effet de proximité avec les futures stations du SLR dévalue considérablement la valeur des propriétés en dépit d'un engagement officiel du gouvernement à assurer le financement du réseau en 2009. Cette baisse notoire des valeurs s'insère dans le contexte de la crise immobilière qui, à ce moment, semble supplanter les effets positifs de l'annonce. Qui plus est, la phase de construction débutée en 2011 impliquait la fermeture de certaines artères, ce qui a nui à la circulation et au commerce. Ces résultats indiquent bien l'importance de considérer la conjoncture macro-économique afin de bien articuler les phases du projet.

Toujours en Australie, Mulley et al. (2018) analysent l'effet du SLR de Sydney sur les valeurs résidentielles. Sur la base d'un échantillon de 1 522 résidences transigées en 2011 et longeant le corridor, ils estiment une prime de proximité de 0,5% par 100 mètres de rapprochement aux stations. Une analyse locale en GWR révèle que le corps des retombées positives opère en plein centre de la ligne, là où l'accessibilité à d'autres moyens de transport est déficient. D'autre part, les retombées négatives se concentrent aux extrémités de la ligne qui offrent déjà un réseau d'autobus bien connecté. L'effet de proximité est particulièrement prononcé au terminal est de la ligne qui se rapproche le plus du QCA et qui permet aux usagers d'accéder à plusieurs autres modes de TC tels les trains de banlieue et les trains interurbains (*intercity*). Ces résultats contribuent à une meilleure compréhension du phénomène de substituabilité entre le SLR et les modes alternatifs de TC et suggèrent, une fois de plus, que l'ampleur et la direction de la prime de proximité associé au SLR est fonction du gain marginal d'accessibilité qui en découle.

Selon un rapport de la *Brookings Institution* concernant 31 réseaux de SLR aux États-Unis, le *Norfolk Tide* desservant la région métropolitaine de Hampton Roads en Virginie afficherait la pire performance financière. Wagner et al. (2017) ont étudié la question à l'aide d'un échantillon de 6 716 propriétés résidentielles situées le long du corridor selon les prix de transaction, l'écart par rapport aux prix demandés et le temps sur le marché. L'aire de contrôle (n=10 404) consiste en un corridor initialement proposé et refusé par la ville voisine de Virginia Beach. Sur la base d'une approche DiD estimée en OLS, les trois mesures révèlent une influence négative de la proximité aux stations suivant le début de la construction et de la mise en exploitation, avec des rabais de l'ordre de 7,8% des prix de vente et de 2% du prix initialement demandé par le vendeur. La perte nette globale estimée à 75 M\$ s'explique notamment par l'un des taux d'achalandage par jour typique de semaine les moins élevés au pays (APTA, 2019), probablement en raison d'un faible degré de connectivité aux pôles stratégiques de la région combiné à une faible densité résidentielle. Ce cas de figure constitue un apport intéressant à la littérature, car il est la première étude à utiliser l'approche quasi-expérimentale et à générer des résultats négatifs.

³ Les données n'étaient pas accessibles pour les années 2003, 2005 et 2008.

Finalement, dans son étude d'impact sur le METRORail de Houston au Texas (États-Unis), Pan (2019) souligne également la faible densité démographique de la ville bien en-deçà du seuil minimal afin de supporter un système de TC. Cela dit, il faut souligner que la ville n'exerce aucun contrôle relativement au zonage, ce qui aurait des effets ambigus sur les valeurs immobilières selon plusieurs auteurs cités dans l'article. Dans un tel contexte, l'auteur tente d'établir – via une série de modèles dont un HLM – si le SLR engendre des effets de proximité sur les résidences situées dans un rayon de trois milles (4,8 km) d'une station. Les résultats obtenus à l'aide d'un échantillon de 384 368 transactions résidentielles survenues entre 1982 et 2010 (SLR mis en service en 2004) suggèrent une prime de proximité positive et significative pour les propriétés situées entre ¼ de mille (400 m) et 3 milles (4,8 km) des stations. Pan (2013) avait obtenu des résultats similaires avec une fenêtre temporelle réduite (2004-2007), à l'exception d'effets négatifs dans un rayon de ¼ de mille (400 m). Ces résultats suggèrent que, du moins pour les propriétés situées à une distance raisonnable ($d > 400$ m) des stations, les externalités négatives s'estompent après six ans d'exploitation en raison d'une certaine accoutumance des résidents. En tout et pour tout, la question du zonage ne semble donc pas influencer négativement sur le potentiel d'internalisation dans les valeurs immobilières des bénéfices de proximité d'un SLR.

6.2. Synthèse et conclusion des recherches sur l'impact du SLR

Comme dans le cas du métro, le succès d'un SLR repose sur un ensemble de facteurs. On distingue d'une part les facteurs intrinsèques au réseau ainsi qu'à son environnement immédiat et, d'autre part, ceux de nature extrinsèque qui affectent la viabilité du projet de façon indirecte, mais non négligeable. Bien que les effets de proximité soient généralement plutôt limités par rapport au métro, le succès d'un SLR repose majoritairement sur la qualité de la planification du projet, laquelle doit être suffisamment flexible pour permettre une adaptation progressive au contexte économique et aux spécificités de la clientèle potentielle. Tout comme le métro, la présence d'externalités négatives tant au niveau temporel que spatial est également omniprésente à grande proximité d'une station et tendent à s'atténuer avec l'âge du réseau.

(i) - Les facteurs intrinsèques :

- Si les règlements de zonage facilitent la mise en place d'un environnement DOTC, ils ne sont pas suffisants pour assurer le succès d'un SLR (e.g., Houston). Par ailleurs, la composition du parc immobilier dans le voisinage des stations affecte l'ampleur et la direction des effets de proximité. Ce sont les terrains vacants qui réagissent le plus fortement à l'implantation d'un SLR, suivis des propriétés commerciales, puis des résidences, tant unifamiliales que multifamiliales (dont les condominiums) et enfin des propriétés industrielles.
- L'historique du parc immobilier dicte aussi les standards en matière de préférences du voisinage. Les changements imposés par la réglementation doivent contribuer à l'avènement d'une nouvelle clientèle plus encline aux aménagements DOTC en plus de moduler le coût d'utilisation de la voiture pour en limiter l'usage.
- Les stations accessibles à pied s'insèrent mieux dans les quartiers DOTC, alors que les stations accessibles en voiture répondent plutôt aux besoins des quartiers résidentiels

périphériques. L'imposition de règlements DOTC peut débiter bien avant la construction du réseau afin d'accélérer un retour à l'équilibre de marché (Phoenix, Arizona).

- La conception des infrastructures connexes au réseau doit faciliter l'accès aux stations. Des aires de marche améliorées et une offre soutenue d'emplois de service autour des stations contribuent à augmenter le taux d'utilisation des services de SLR en plus de revitaliser le secteur concerné.
- L'accès aux modes alternatifs de TC dans le voisinage des stations dilue les gains d'accessibilité du SLR (e.g., Sydney en Australie). Ce constat souligne l'importance d'assurer une certaine complémentarité, plutôt qu'une substituabilité entre les divers modes de TC présents sur le territoire, via, notamment, les stations avec correspondance aux endroits stratégiques de la ville.
- La période de construction génère une série d'externalités négatives, lesquelles varient selon la qualité des stratégies employées. Cela se traduit par des rabais de proximité plus accentués durant cette phase, mais qui ont tendance à s'atténuer progressivement suite à la mise en service du réseau.
- L'effet cumulé des externalités négatives en rapport avec les autres infrastructures à proximité des stations (e.g., pistes cyclables de vélo) le long d'une ligne de SLR doit être considéré dans la planification du réseau et influe sur les effets de proximité.
- Le respect des échéanciers et la bonne coordination du projet rassure les acteurs du marché et stabilise les coûts de développements immobiliers dans le corridor du SLR. En outre, l'effet de proximité est plus marqué autour des stations que le long du corridor (Phoenix, Arizona).
- D'une façon générale, les effets de proximité à une station SLR sont entièrement internalisés dans les prix après six ou sept ans d'exploitation. Après cette période, et à l'instar de ce que l'on observe pour le métro, tant les primes que les rabais de proximité (externalités négatives) tendent à s'atténuer avec le temps en raison d'un effet de maturité du réseau.
- Le choix de l'emplacement des stations de SLR doit être déterminé avec soin de façon à permettre un accès facile aux points névralgiques de la ville; en ce sens, l'hétérogénéité des voisinages est un facteur crucial à prendre en considération.

(ii)- Les facteurs extrinsèques :

- La conjoncture macro-économique influence les attentes du marché quant aux retombées d'un SLR. Des événements adverses peuvent suffire à supplanter les bénéfices au moment de l'annonce d'un projet (e.g., la *Gold Coast* en 2008), mais ne neutralisent pas nécessairement les primes de proximité du marché résidentiel suite à l'exploitation (Phoenix).
- Le contexte socio-économique de la ville joue un rôle important dans le succès du SLR. Un déclin démographique et/ou un taux de chômage élevé déprime *de facto* le marché immobilier dans son ensemble et décourage l'arrivée de nouveaux investisseurs (e.g. Buffalo).

- En période d'adversité économique, le segment résidentiel est plus résilient que le segment commercial en raison du risque d'exploitation et de l'effet de levier plus élevé pour ce dernier segment (e.g. Phoenix).
- La géographie du territoire influe sur les effets de proximité des stations. Un réseau qui traverse des barrières physiques (e.g., le SLR des Docklands et la Tamise) augmente les primes de proximité aux stations qui facilitent l'accès au QCA. Lorsque l'offre d'aménités naturelles en banlieue est grande, on enregistre un rabais de proximité au QCA pour les utilisateurs de l'automobile (Tyne & Wear et Mer du Nord).
- Enfin, une ligne de SLR circulant sur d'anciennes lignes de transport de marchandises inquiète les acteurs du marché en raison des risques de contamination, de l'état hasardeux du réseau ferroviaire (e.g., Charlotte en Caroline du Nord) et des possibilités d'une cessation de service dans le futur (e.g., Ottawa et le *CPR*). Les effets d'anticipation du projet sont alors réduits, voire annulés, et les primes de proximité s'en trouvent reportées à l'ouverture du service.

7. LES RETOMBÉES D'UN RÉSEAU DE TRAMWAY SUR LES VALEURS IMMOBILIÈRES

7.1. Revue de la littérature

On pourrait définir le tramway comme un cas particulier du SLR puisqu'il s'agit également d'un train léger. Généralement de moindre envergure que le SLR moderne, ce TC est caractérisé par un nombre d'arrêts plus fréquents – semblable à l'autobus – qui traverse parfois plusieurs municipalités. Dans la ville de Sheffield, au Royaume-Uni, Henneberry (1998) s'intéresse au projet *Supertram* complété en 1995. À l'aide de trois coupes transversales effectuées sur des données recueillies pour les mois d'avril 1988 (avant l'annonce), 1993 (au début de la construction) et 1996 (après l'ouverture), l'auteur régresse à l'aide de trois modèles des prix demandés totalisant 4 805 résidences situées à proximité des arrêts de tramway. Douze variables de contrôle prennent en compte les attributs structurels et de voisinage des propriétés. Les résultats obtenus révèlent que les prix résidentiels : (i) diminuent avec la distance à un arrêt et à la ligne de tramway avant l'annonce (1988), puis (ii) augmentent avec la distance durant la construction (1993), (iii) n'affichent pas de corrélation avec sa proximité peu après la mise en service du tramway. Ce suivi temporel de l'effet de distance consolide l'idée voulant que la période de construction génère des pertes économiques temporaires qui disparaissent suite à l'exploitation du service. Il suggère aussi que la prime d'anticipation précédant l'annonce du projet peut fort bien s'évanouir une fois le réseau en exploitation.

Au sud de Sheffield, la municipalité de Nottingham a également ouvert une ligne de tramway en mars 2004. Une étude d'impact quasi-expérimentale menée par Northall et MacDonald (2014) tente d'estimer les bénéfices économiques globaux de l'investissement en termes de création d'emplois, de développement immobilier, d'utilisation des terrains et de gains d'accessibilité pour les résidents. L'échantillon de 352 résidences transigées entre 2002 et 2005 est réparti entre la zone d'impact, le long du corridor du tramway, et une zone témoin, le long du corridor d'autobus. Ces données sont ensuite agrégées dans 87 zones géographiques (i.e., en quasi-panel) et traitées au sein d'un modèle MPH de forme semi-log en première différence temporelle. Le résultat des estimations suggère une prime de 5% pour les résidences situées dans un rayon de 1 km d'une station par rapport au groupe de contrôle. Cette prime de marché est ensuite pondérée par le nombre d'habitations recensées (32 705 unités) et le prix moyen par habitation en 2005 (143 138 £). On estime ainsi à environ 240 M £ l'effet agrégé résultant des gains d'accessibilité. Combiné aux autres bénéfices économiques mentionnés plus haut, cette estimation permet aux élus locaux de se faire une opinion sur la viabilité financière du projet.

L'effet de la distance à une station de tramway peut également interagir avec la proximité du QCA. À Nantes (France), Fritsch (2007) teste les effets qu'exerce cette proximité sur la constante et le gradient de la fonction de distance selon le niveau d'accessibilité en tramway (prorata des zones desservies) en modélisant le prix de 500 appartements (condominiums) neufs transigés en 2004. Il en ressort qu'un potentiel accru de desserte réduit l'effet négatif de l'éloignement du QCA sur les valeurs (i.e., le gradient diminue), alors qu'il cause une perte d'utilité autour des arrêts situés à proximité du QCA (i.e., la constante diminue). Ainsi, la proximité du QCA engendre un double bénéfice pour les locataires qui y obtiennent un meilleur accès sans pour autant subir une hausse de loyer en raison d'une offre accrue de logements, alors que c'est plutôt l'inverse pour les propriétaires, qui voient la valeur de leur patrimoine diminuer. Toutes choses égales par ailleurs,

la modification des paramètres du modèle (i.e., de la constante et du gradient) se traduit toutefois, au-delà d'un rayon d'environ 2 km du QCA, par une différentielle positive du prix des résidences situées le long du corridor relativement à celui des propriétés situées hors-corridor. Ces constats suggèrent que l'imposition de hauts standards d'accessibilité en milieu urbain a pour effet d'augmenter l'offre de logements locatifs au centre tout en générant une plus-value pour les propriétaires de résidences en périphérie.

Les effets observés par Fritsch (2007) existent seulement lorsqu'un gain d'accessibilité significatif au QCA est observé, ce qui ne semble pas être le cas de la ligne de tramway ouverte en 2012 à Dijon qui visait à remplacer une ancienne ligne d'autobus. À partir d'un échantillon de 8 450 transactions d'appartements vendus entre 2001 et 2014, Dubé et al. (2018) estiment à l'aide d'une procédure SDiD les effets cumulés dans le temps de la proximité à un arrêt sur les prix résidentiels. Les coefficients obtenus s'avèrent globalement non significatifs statistiquement. Cela dit, et contrairement à Fritsch (2007), le modèle spatiotemporel (i.e., par station et par phase du projet) révèle une prime de proximité pour les résidences proches du QCA. Selon les auteurs, et malgré les gains d'accessibilité limités du projet, l'expérience du tramway est beaucoup plus agréable que celle de l'autobus, ce qui fait de ce mode de TC un nouvel attrait régénératif pour le centre-ville (e.g., attraction de touristes). En contrepartie, les quartiers plus éloignés accuseraient une baisse de l'activité commerciale, les clientèles étant drainées en direction du QCA. Ces résultats forts intéressants suggèrent donc que l'implantation d'un réseau de tramway en remplacement de l'autobus est susceptible de générer des externalités négatives dans les banlieues au profit des quartiers du centre-ville, lequel gagne en accessibilité.

Toujours en France, Boucq et Papon (2008) se penchent sur l'effet du tramway T2 des Hauts-de-Seine, en région parisienne (17,9 km, 24 stations, mise en service en septembre 1997), sur les prix résidentiels. Leur modèle, fondé sur un échantillon composé de 91 354 transactions d'appartements entre 1993 et 2004, regroupe une dizaine de variables structurelles et de voisinage en plus d'une métrique des gains d'accessibilité aux centres d'emplois dû au tramway pour chacune des années de transaction. L'analyse permet de conclure qu'il n'y a pas d'effet d'anticipation significatif lié à une meilleure accessibilité à l'emploi antérieurement à 1996. En 1995, durant la construction, et en plein cœur d'une grève de la main-d'œuvre du transport public, l'effet d'accessibilité s'avère négatif. Entre 1996 et 2003, le phénomène d'internalisation des bénéfices s'opère positivement, l'essentiel des effets d'accessibilité étant enregistré durant les quatre premières années d'exploitation du réseau. Après sept ans d'exploitation (2004), les gains d'accessibilité semblent totalement internalisés dans les prix. En tout et pour tout, les propriétés du département ont enregistré une hausse de valeur de 3% grâce à la nouvelle ligne de tramway. La sensibilité de l'effet d'anticipation, selon les auteurs, pourrait donc varier d'un mode de TC à l'autre et selon le degré de certitude quant à l'aboutissement du projet dans les délais prescrits.

Certains chocs systémiques et globaux peuvent altérer les perceptions du marché immobilier sur la prime d'accessibilité du TC. À l'automne 2008, Fickling et al. (2009) utilisent l'approche des préférences déclarées auprès de 371 individus résidant entre les municipalités de Wednesbury et Brierley Hill (Royaume-Uni), soit le long du corridor de tramway de la première ligne du Midland Metro. Le questionnaire final contient sept « jeux » destinés à estimer le consentement à payer pour un service ferroviaire. La matrice des traitements sépare l'échantillon selon le statut

d'occupation (propriétaire, locataire) et le niveau de revenu des participants. Les aspects sous analyse sont l'accessibilité à un service ferroviaire, le temps de marche pour y accéder et la fréquence de service du train. La méthode consiste à amener les individus à faire des compromis entre ces trois attributs en vue d'établir un prix d'achat qui leur convienne. Les résultats agrégés suggèrent qu'une réduction du temps de marche de 10 minutes pour se rendre à une station de tramway se traduit par une prime de proximité estimée respectivement à 1 242 £ et 2,50 £ par mois pour les prix et les loyers. Ces résultats sont susceptibles d'être sous-estimées compte tenu que (i) l'enquête visait principalement des nouvelles constructions; (ii) 81% des ménages détenaient au moins une voiture et (iii) la crise immobilière au moment de l'étude altérait la perception du risque de marché. À la lumière de ces constats, les auteurs incitent les promoteurs immobiliers à augmenter l'offre de nouveaux logements le long du corridor planifié.

Higgins et al. (2019) se sont aussi penchés sur les retombées du service de tramway (Midland Metro Line 1) sur les valeurs immobilières de Wednesbury. Leur échantillon se compose de 100 transactions résidentielles tirées du site internet *RightMove* en 2018 et cible essentiellement les propriétés situées dans un rayon de 4,5 km de la station Wednesbury Great Western Street, mise en service en mai 1999. Les résultats obtenus à l'aide d'un modèle MPH qui utilise les prix demandés comme variable dépendante renforcent ceux de Fickling et al. (2008) à l'effet qu'il existe bel et bien une prime de proximité estimée ici à 16 878 £ par kilomètre.

La municipalité de Lille, dans le nord de la France (région Hauts-de-France), est dotée d'un réseau de tramway depuis 1909, lequel a fait l'objet de nombreuses modifications et prolongements dont les derniers remontent à juillet 2013. Ce réseau s'étend aujourd'hui sur 13,1 km et comporte 22 points d'arrêt. Fin 2008, on annonçait la construction de deux nouvelles lignes de tramway destinées à desservir sept municipalités. À l'aide d'un modèle MPH, Mejia-Dorantes et Heddebaut (2012) isolent l'effet d'anticipation lié à ces nouvelles stations. Le modèle, qui repose sur un échantillon de 1 507 appartements vendus en 2005, et suivis sur une période de cinq ans (série temporelle), comporte un effet fixe par commune ainsi que la distance de marche à huit types d'aménagements, dont les arrêts de tramway. Les résultats font état d'une prime de proximité d'environ 7 € par mètre de rapprochement. Cela dit, les auteurs soulignent que l'effet observé n'est pas nécessairement dû à la seule anticipation du tramway, mais peut-être aussi au contexte économique général. En effet, en réponse à l'arrêt des activités minières dans les années 80, beaucoup d'efforts en vue de la revitalisation socioéconomique de la région ont été faits par les autorités, dont le tramway n'est qu'un élément.

La réalisation de la River Line (55 km, 21 stations), un tram-train au diesel dans l'état du New Jersey aux États-Unis, était loin d'être garantie suite à son annonce officielle. Dans leur étude d'impact, Chatman et al. (2011) se concentrent sur l'effet de proximité du tramway sur les valeurs résidentielles durant la phase de construction (2000) jusqu'à trois ans après l'ouverture du service en 2004. Les résultats obtenus à l'aide d'un échantillon de 31 470 propriétés résidentielles transigées entre 1989 et 2007 demeurent mitigés et varient selon le voisinage étudié. Le modèle RSM de type log-linéaire estime l'effet net de proximité en opposant les pertes immobilières subies durant la construction du réseau aux gains qui ont suivi sa mise en service. Les coefficients des binaires de proximité par rayon d'influence autour d'une station ne suggèrent aucun effet significatif net dans un rayon inférieur à 1 mille (1,6 km). Au-delà de ce rayon, la valeur des

propriétés a tendance à augmenter avec la distance aux stations, les rabais de proximité variant de 3,2% à 5,2% des prix pour des distances de 1 à 4 milles (1,6 à 6,4 km). Pour leur part, les résidences de moindre taille ou situées dans les quartiers à faible revenu bénéficient d'une appréciation nette substantielle dans un rayon de ¼ de mille (400 m) d'une station; au-delà de cette distance, elles accusent des pertes encore plus importantes que la résidence moyenne. Les auteurs en concluent que l'effet cumulatif du tramway sur les prix résidentiels est légèrement négatif ou au mieux neutre et que les hausses de valeur observées à proximité des stations sont plutôt la résultante d'un transfert de valeurs qui s'applique essentiellement aux clientèles hautement utilisatrices du tramway. En d'autres termes, ces clientèles particulières (faibles revenus, propriétaires de petites résidences) sont en concurrence pour bénéficier de la proximité immédiate des stations alors que ce n'est pas le cas pour celles qui sont moins dépendantes du tramway. Ce résultat extrait d'une analyse économétrique particulière met en lumière un raisonnement économique intéressant pouvant potentiellement être généralisable à tous les autres modes de TC.

À Poznań, en Pologne, la ligne de tramway (8 arrêts, 8,1 km) ouverte en 1997 semble également exercer un effet limité sur la valeur des propriétés avoisinantes. Gadziński et Radzimski (2015) utilisent des modèles SAR et SEM afin d'étudier le comportement des prix de transaction au mètre carré de 1 441 appartements en copropriété situées dans la municipalité, dont 808 dans un rayon de 1 km de trois des huit arrêts sur lesquels porte l'analyse. Sur les 12 spécifications du modèle, une seule enregistre une prime de proximité significative d'environ 3% du prix moyen pour chaque kilomètre de rapprochement. Une analyse de type GWR appliquée au groupe des seules copropriétés contenues dans un rayon de 1 km des arrêts suggère par ailleurs la présence d'un effet de proximité négatif (positif) à courte (longue) distance. Ainsi, comme c'est le cas pour d'autres modes de TC, le tramway est susceptible de générer des externalités négatives qui en supplantent les bénéfices pour les résidences situées à proximité immédiate des arrêts. Cela illustre bien le syndrome du « pas dans ma cour » (*nimbyism*) maintes fois mentionné dans la littérature.

De retour en France, Papon, Luong et Boucq (2015) se penchent sur l'internalisation des gains d'accessibilité sur les valeurs immobilières découlant de la mise en place de la ligne T3 à Paris, inaugurée en décembre 2006 (prolongée en décembre 2012 : 12,4 km, 25 stations) en remplacement d'une ancienne ligne d'autobus. Construit sur la base d'un échantillon de 162 032 transactions résidentielles conclues entre 2002 et 2008 (i.e., 5 ans avant et 2 ans après la mise en service du tramway) dans une bande de 4 km de part et d'autre du corridor, leur modèle révèle de faibles primes de proximité dans une portée immédiate de 200 mètres, nonobstant le type de propriété. Durant la phase de construction de la ligne toutefois, et à l'instar de ce qui ressort de nombreuses études, on enregistre des pertes de valeur faibles, mais significatives, dans l'ensemble du groupe de traitement pour les années 2002, 2005 et 2007. Une analyse coûts-bénéfices réalisée en 2007 établira que les gains d'accessibilité à l'emploi et les économies en temps de déplacement découlant de l'implantation de la Ligne T3 s'avèrent insuffisants pour couvrir les externalités négatives dues à la congestion des artères qu'elle occasionne.

La ville de Florence, en Italie, s'est récemment dotée d'un réseau de tramway comportant deux lignes, soit la Ligne T1, inaugurée en février 2010 (7,4 km, 14 stations) et prolongée en juillet 2018

(4,1 km, 12 stations), et la Ligne T2, mise en service en février 2019 (5,3 km, 12 stations). Approuvé dans les années quatre-vingt-dix, l'un des enjeux cruciaux soulignée par la population était de conserver le patrimoine historique et architectural de la ville (e.g., rues étroites, ateliers d'arts à aire ouverte, etc...) et a eu pour conséquence de retarder les délais de réalisation. Budiakivska et Casolaro (2018) utilisent deux approches complémentaires (contrôle synthétique, MPH) afin de vérifier l'impact sur les prix résidentiels du premier tronçon de la ligne T1. La première approche compare l'évolution des prix résidentiels moyens au m² entre 2003 et 2013 de chaque municipalité à un groupe témoin comparable avant la construction (2005) et non affecté par le tramway. Relativement aux municipalités du groupe témoin, les municipalités traitées affichent des hausses de prix qui s'accroissent à mesure qu'elles s'éloignent du QCA. Les résultats d'un modèle de type MPH basé sur un échantillon de 483 appartements mis en vente en 2016 font par ailleurs ressortir une prime de proximité sur les prix unitaires demandés de l'ordre de 26 € / m² par incrément de 100 mètres d'une station. Ces résultats combinés suggèrent que les effets de proximité aux stations de tramway répondent à deux environnements distincts, à savoir les secteurs urbains périphériques qui gagnent en accessibilité et les localisations centrales qui subissent les externalités négatives liées au QCA. Cela dit, ces deux analyses ne prennent pas directement en considération d'autres externalités positives telles la baisse des accidents routiers et l'amélioration de la qualité de l'air mentionnées dans le rapport. Dans l'ensemble, les bénéfices économiques élargis découlant du tramway semblent en justifier amplement l'investissement.

La distinction entre secteurs urbains et périurbains est reprise par Bulteau et al. (2018) dans une analyse d'impact des transports en commun durables à Nantes, qui s'est dotée entre 1985 et 2000 de trois lignes de tramway totalisant en 2012 44,3 km et 83 stations. Deux échantillons prélevés en 2012 de 1 353 et 909 transactions résidentielles ciblent les secteurs avoisinant les lignes de tramway, les trains de banlieue, les espaces communs de covoiturage et les stations de vélo de type « BIXI ». Des analyses en SAR et GWR portant sur le secteur densifié de la ville révèlent que seules les aménités de TC de type motorisé situées à l'extrémité sud du réseau, où se concentrent les principaux terminus des trains de banlieue, peu fréquentés par les résidents locaux, génèrent des rabais de proximité. En revanche, elles exercent un effet positif dans la zone périurbaine, plus particulièrement dans les quartiers à faible densité résidentielle et moins bien desservis par des modes alternatifs. Dans tous les cas, les services de vélo partagés et les espaces de covoiturage exercent des effets positifs sur les prix : faibles en externalités négatives, ces infrastructures modernes rejoignent une clientèle sensible à l'environnement en plus de lui faciliter l'accès aux pôles de services. Ces conclusions confirment ce que la littérature sur l'impact des réseaux de TC nous rappelle, à savoir que les primes de proximité se concentrent là où les résidents bénéficient d'un gain d'accessibilité à l'emploi et aux services.

7.2. Synthèse et conclusion des recherches sur l'impact du tramway

En résumé, il n'existe pas de consensus clair quant à l'effet général de la proximité à un arrêt de tramway. Les résultats contrastés obtenus pour Paris (Ligne T3) et Florence (Ligne T1) en sont un bon exemple. Assurément, cet effet s'avère sensible au contexte particulier du cas à l'étude (conditions économiques générales, configuration du réseau, type de propriétés, présence de modes alternatifs de TC) ainsi qu'aux méthodes économétriques employées. Malgré tout, il est

possible de dégager de la littérature un certain nombre de facteurs clés qui influent sur la formation des prix :

- La période de construction engendre généralement des rabais de proximité qui s'annulent à l'ouverture du service. Ces rabais augmentent en présence d'adversité (e.g., grève des transports publics à Paris).
- La desserte du centre-ville apporte davantage de désutilité qu'en banlieue, notamment en raison des gains d'accessibilité limités et de la congestion accrue sur les artères où circule le tramway. Cela se traduit par des rabais de proximité au centre alors que les propriétés situées en périphérie bénéficient d'une prime de marché.
- Dans le cas particulier d'un remplacement du bus par le tramway, les primes de proximité se concentrent au centre-ville, les gains d'accessibilité aux centres d'emploi dont profitent les banlieusards étant négligeables tandis que l'image et l'attractivité du centre-ville s'en trouvent améliorées.
- À l'instar de ce que l'on observe dans le cas des SLR, les primes de proximité se stabilisent approximativement après sept ans d'exploitation (Hauts-de-Seine, Paris). Le cas échéant, le tramway génère des primes plus importantes et des externalités négatives moins prononcées que le SLR (Portland, Oregon).
- Comme c'est le cas pour d'autres modes de TC, le tramway est susceptible de générer des externalités négatives qui en supplantent les bénéfices pour les résidences situées à proximité immédiate des arrêts. Pour les propriétés plus distantes toutefois, on rapporte une prime de proximité significative qui diminue avec la distance aux arrêts.
- Bien que le phénomène ne soit pas généralisable, certaines études font état d'une appréciation de valeur qui va de faible à substantielle pour les propriétés situées dans un rayon de 200 m (Paris, Ligne T3, tous types de résidences) à 400 m (River Line, New Jersey, propriétés bas de gamme) d'une station de tramway.
- Les clientèles hautement utilisatrices du tramway (faibles revenus, résidences de petite taille) compétitionnent entre elles pour les bénéfices de proximité, ce qui engendre un transfert de valeur des résidences bas de gamme plus éloignées d'une station (entre 1,6 et 4,8 km) vers celles qui en sont plus rapprochées (400 m). Ce phénomène n'affecte pas les clientèles moins dépendantes du tramway.
- Certaines contraintes urbanistiques et architecturales – plus particulièrement dans les anciennes villes – peuvent s'appliquer dans le cas de quartiers détenant un patrimoine historique. Ces incertitudes additionnelles peuvent allonger les délais de réalisation du projet (e.g. Florence).
- Les stations de tramway exercent un effet positif sur les valeurs dans la zone périurbaine, plus particulièrement dans les quartiers à faible densité résidentielle et moins bien desservis en TC. Ces conclusions confirment ce que la littérature sur l'impact des réseaux de TC nous rappelle, à savoir que les primes de proximité se concentrent là où les résidents bénéficient d'un gain d'accessibilité à l'emploi et aux services.
- Dans tous les cas, les stations offrant des services de vélo-partage, nonobstant leur distance du QCA, et des espaces de covoiturage exercent des effets positifs sur les prix : faibles en externalités négatives, ces infrastructures rejoignent une clientèle sensible à l'environnement en plus de lui faciliter l'accès aux pôles de services.

8. LES RETOMBÉES D'UN RÉSEAU DE BUS SUR LES VALEURS IMMOBILIÈRES

8.1. Revue de la littérature

Deux éléments, fortement interreliés, distinguent un réseau de bus à haut niveau de service (SRB) des TC de type ferroviaire (trains de banlieue, SLR, métro, tramway). D'une part, alors que les seconds opèrent forcément en site propre, le corridor d'un SRB emprunte généralement le réseau routier urbain, opérant tantôt en cohabitation avec les autres modes, tantôt en site propre partagé ou exclusif. D'autre part, un réseau de SRB fait appel à des infrastructures légères et facilement amovibles, ce qui présente l'avantage d'en diminuer les coûts de mise en place et de permettre une flexibilité d'adaptation aux fluctuations de la demande, mais du même coup l'inconvénient d'augmenter l'incertitude relativement aux investissements immobiliers privés autour des stations. Dans un rapport à l'intention du département des autoroutes et du transport public de l'état du Texas, Mullins et al. (1990) effectuent un sondage auprès de cinq villes américaines et d'une ville canadienne (Ottawa) sur les impacts de nouvelles voies de desserte (*transitways*) sur l'utilisation des sols. Ils constatent que seul le SRB d'Ottawa, un site propre partagé, semble avoir influer sur les investissements fonciers (≈ 600 M\$). Selon les responsables du projet, le SRB a surtout permis d'accélérer et de rediriger vers les stations les développements immobiliers en cours plutôt que d'engendrer une réelle création de richesse. Dans leur article synthèse sur le sujet, Levinson et al. (2002) citent eux aussi le cas à succès du SRB d'Ottawa pour ses retombées positives sur les patterns d'utilisation des terrains. En conclusion, l'utilisation des sols devrait être planifiée le plus tôt possible suite à l'annonce officielle du projet afin d'en optimiser les gains.

À Bogotá, en Colombie, Rodriguez et Targa (2004) se penchent sur l'ampleur des retombées économiques du SRB sur les loyers demandés de 494 appartements situés dans un rayon de 2 km du corridor entre février et avril 2002, la mise en service du réseau remontant à décembre 2000. Les auteurs distinguent l'accessibilité locale, définie par le temps de marche de la résidence jusqu'à l'arrêt le plus proche, de l'accessibilité régionale, définie par le temps de déplacement de l'arrêt le plus proche de la résidence jusqu'à l'un des trois pôles majeurs d'activité, dont le QCA. Par ailleurs, les externalités négatives générées par la circulation générale (i.e., voitures, bus) sont mesurées par la distance de la résidence jusqu'au corridor de bus le plus proche. Pour chaque minute de marche additionnelle de la résidence à l'arrêt, le loyer mensuel diminue de 1,3 %. Toutefois, dans une ville aussi polycentrique, les gains d'accessibilité régionaux s'avèrent non significatifs. L'analyse fait enfin ressortir un rabais de proximité au corridor estimé à 3,3% du loyer mensuel par 100 mètres de rapprochement. À l'opposé, Cervero et Kang (2011) rapportent des primes de proximité pour les stations du SRB de Séoul, les plus élevées s'appliquant aux propriétés situées dans des rayons de 0-30 m (11,5%) et 30-60 m (26,0%) des stations dont l'environnement riche en aménités en mitige les effets néfastes.

Dans une étude de suivi, Rodriguez et Mojica (2009) reprennent un échantillon de prix demandés pour 3 976 résidences uni et multifamiliales réparties entre deux groupes (traitement vs contrôle) avant et après l'achèvement de la première phase du SRB de Bogota en décembre 2003. Sur la durée de l'échantillon, soit de 2001 à 2006, quatre extensions (deux par phase) ont été mises en service. Le groupe d'impact regroupe les résidences situées dans un rayon de 1 km de part et d'autre des corridors du SRB, alors que le groupe de contrôle est formé des résidences non

affectées par le SRB. L'hypothèse nulle stipule que les résidences déjà desservies par le SRB (phase 1) n'accusent pas de hausse de valeur attribuable à l'expansion du réseau (phase 2). Les résultats indiquent que les propriétés du groupe d'impact ont connu des augmentations de prix significativement plus fortes que celles du groupe témoin ($d > 1$ km) entre 2003 et 2006. L'analyse ne révèle toutefois aucun effet de proximité significatif dans un rayon de 500 m d'une station et de 150 m du corridor relativement aux propriétés situées dans le reste de la zone de traitement. Ces résultats suggèrent qu'à l'intérieur de ces rayons respectifs, les effets de proximité positifs et négatifs tendent à se compenser. Dans tous les cas, il semble bien que des développements fréquents (i.e., quatre extensions en cinq ans) affectent les valeurs immobilières sur l'ensemble du réseau et pas uniquement celles des résidences situées à proximité des nouvelles stations (*network expansion effect*).

Dans le contexte de la ville de Québec, Des Rosiers et al. (2010) s'intéressent aux déterminants de l'offre d'autobus susceptibles d'affecter, dans un sens ou dans l'autre, les valeurs résidentielles. Les prix d'un échantillon de 11 291 résidences unifamiliales transigées entre 1993 et février 1997 sont régressés sur un ensemble de 24 descripteurs de contrôle et de 27 variables d'intérêts identifiant les attributs de l'autobus, dont les externalités négatives qu'il génère. L'analyse comporte trois indicateurs de l'offre de service, à savoir (i) la fréquence des autobus selon la nature du réseau (régulier, Métrobus, eXpress), (ii) le nombre de destinations desservies et (iii) le nombre d'arrêts disponibles dans un rayon de 50 m à 400 m des corridors de desserte. Le service eXpress, qui dessert les banlieues éloignées, circule uniquement sur semaine durant les heures de pointe. Les résultats d'un modèle SEM révèlent que (i) une plus grande fréquence de véhicules commande un rabais de proximité pour les propriétés desservies par le réseau régulier contre une prime pour le service eXpress, caractérisé par un nombre limité d'arrêts ainsi que par une vitesse de croisière et un niveau de confort supérieurs; que (ii) l'accès à un plus grand nombre de destinations pour les usagers se traduit par des hausses de valeur dans un rayon de 100 à 200 m d'un corridor; et que (iii) la valeur des résidences diminue avec le nombre d'arrêts disponibles le long du parcours en raison des externalités négatives qui en découlent (bruit, odeurs, pollution de l'air). Une politique d'offre optimale en matière de SRB impliquerait donc notamment le développement d'un réseau eXpress élargi et à grande fréquence. En réduisant la perception qu'ont les clientèles de banlieue des temps de déplacement, un tel mode de TC offre un avantage concurrentiel face à l'automobile dans un contexte de congestion croissante aux heures de pointe.

Dans une seconde étude sur Québec, Dubé et al. (2011) soulignent l'importance d'adapter l'offre de TC par bus à la densité résidentielle des secteurs desservis et au profil de leurs clientèles respectives. Leur étude, qui repose sur la RSM et comporte 11 285 paires de transactions répétées de maisons unifamiliales mitoyennes et individuelles vendues entre 1986 et 2004, vise à établir l'impact du réseau Métrobus avant et après sa mise en service dans les zones centrales et périphériques de la ville. Introduit en 1992, ce réseau offre des parcours à haute fréquence et dessert les endroits les plus achalandés de la ville avec un nombre d'arrêts limités. Les résultats suggèrent que les résidences revendues après 1992 dans un rayon de 50 m à 300 m des arrêts et situées dans le corridor central seulement affichent des primes de proximité qui varient de 2,6% à 6,4%. Quant aux stations de Métrobus situées en banlieue, elles n'impactent pas significativement les valeurs résidentielles. Compte tenu de la taille limitée de Québec et de sa

configuration spatiale, les temps de déplacement en autobus pour les résidents de la périphérie excèdent ceux en voiture. Cela dit, l'ensemble des gains générés par le projet est estimé à environ 43,2 M\$, réparti entre les propriétaires des résidences (86%) et les autorités locales (14%), et excède largement le total des investissements liés au projet (4,5 M\$). Qui plus est, ces estimations doivent être considérées comme une borne inférieure du niveau des bénéfices réels dans la mesure où l'analyse fait abstraction des retombées favorables probables sur d'autres types de propriétés (e.g., condos, commercial, etc.).

À Pittsburgh (Pennsylvanie), Perk et al. (2010) mènent la première phase d'une enquête commandée par la *Federal Transit Administration* (FTA) et portant sur les valeurs d'évaluation de 6 654 résidences unifamiliales situées à ½ mille (800 m) de 9 des 10 arrêts du SRB. Le modèle MPH estimé en OLS comporte des variables structurelles (8), de localisation (4), de voisinage (16) et distance en ligne droite (2). Les résultats font état d'une prime de proximité de 18,90 \$ pour chaque pied de rapprochement d'une station de SRB pour une résidence distante de 100 pieds, le gain de valeur marginal diminuant avec la distance pour s'établir à 2,71 \$ à 1 000 pieds. En outre, les propriétés situées dans un rayon de 1/10 de mille (160 m) du corridor du SRB ou d'une autoroute affichent des rabais de proximité respectifs de l'ordre de 5 859 \$ et 6 356 \$. Ces résultats sont surestimés relativement à la littérature existante. Selon les auteurs, cela peut s'expliquer par l'utilisation de la distance en ligne droite, plutôt que de la distance de marche, et du fait que l'autocorrélation spatiale n'est pas prise en compte dans le modèle, ce qui est susceptible de biaiser les paramètres de la régression.

Dans la seconde phase du mandat, Perk et al. (2012) se penchent sur le cas de la ligne d'argent du SRB de Boston (Massachusetts). L'étude porte sur un ensemble de 1 332 ventes répétées de condominiums transigés sur les années 2000, 2001, 2007 et 2009, soit avant et après la mise en exploitation du service en 2002. Deux améliorations sont apportées au modèle précédent, à savoir l'utilisation des distances de marche plutôt qu'en ligne droite et l'utilisation de prix de vente à la place des valeurs d'évaluation. Avant la mise en exploitation, les résultats suggèrent un rabais de proximité de 59,84 \$/pi² pour un condo adjacent à une station de SRB par rapport à un condo type situé à distance moyenne d'un arrêt (300 m). Suite à l'ouverture du nouveau parcours, on observe plutôt une prime de proximité d'environ 45,84 \$/pi² pour le même condo adjacent relativement au condo type (265 m). L'analyse de l'utilisation des sols entourant le corridor par carte géoréférencée entre 2003 et 2009 indique une augmentation notoire du nombre de terrains dédiés à la construction de condos, mais peu de conversions à des fins commerciales. Tous types confondus, la majorité des changements d'usage a eu lieu entre 2005-2006 et 2008-2009, suggérant ainsi qu'il existe un certain délai de réaction face à l'arrivée du nouveau service.

En banlieue de Sydney (Australie), Mulla (2014) étudie l'impact du SRB Liverpool – Parramatta (35 stations, 31 km) mis en service en février 2003. Se fondant sur un échantillon de 1 598 transactions résidentielles (maisons, condos) transigées en 2006 et situées dans un rayon de 1,5 km de part et d'autre du corridor du SRB, l'auteur estime les effets d'accessibilité du réseau à l'aide d'un modèle GWR. Chaque réduction d'une minute dans le temps de déplacement vers les centres commerciaux et les accès autoroutiers se traduit par des primes d'accessibilité respectives d'environ 2,9 % et 4,9 %. Dans le premier cas, les primes se limitent aux zones résidentielles adjacentes aux centres commerciaux. Un meilleur accès aux pôles d'emploi se

traduit également par des primes de marché pour les propriétés situées en périphérie, alors que celles qui se situent à proximité de ces pôles voient leur valeur réduite. À l'instar d'autres recherches, ces constats soulèvent la distinction entre l'accessibilité aux services locaux versus régionaux eu égard à la formation des valeurs foncières et immobilières. Dans le cas de Sydney, les centres commerciaux s'imposent à la fois comme un bassin d'emploi et un lieu de consommation, sauf au nord de la ville où l'on retrouve à proximité d'un centre commercial une station du réseau SRB avec correspondance qui donne accès aux autres pôles d'emploi régionaux. Cette distinction est fondamentale pour maximiser les effets positifs liés à l'emplacement des stations en fonction du contexte local.

Dans une étude de suivi, Mullan et Tsai (2016) appliquent cette fois-ci une approche quasi-expérimentale sur un échantillon de 1 116 résidences transigées entre 2000 et 2006. Au total, 27 des 35 stations du SRB de Sydney sont regroupées en 13 zones de desserte ($n=558$) et appariées à des groupes témoins comparables ($n=561$). Un modèle de type HLM permet d'estimer les effets de proximité avant (2000-2002) et après (2003-2004 et 2005-2006) la mise en service du réseau (février 2003) et révèle que les résidences situées dans un rayon de 400 m d'une station (i.e., zone de desserte) bénéficient d'une prime de proximité d'environ 11 % par rapport aux résidences des groupes de contrôle, mais seulement après les deux premières années d'exploitation. La prime, qui demeure faible comparativement à celles rapportées dans la littérature (e.g. TransMilenio et Bogotá), ne s'applique plus par la suite. Ces résultats, qui suggèrent que les effets de proximité du SRB demeurent marginaux à court terme, tiendraient au fait que, historiquement, les populations de Parramatta et Liverpool avaient un accès limité au centre-ville de Sydney et qu'elles se sont progressivement adaptées à cette contrainte. On peut donc faire l'hypothèse que l'introduction du SRB dans ce secteur de la ville – le premier du genre à Sydney – exige un certain temps d'adaptation pour que les résidents puissent en percevoir pleinement les bénéfices.

À l'aide d'un échantillon de 786 ventes répétées transigées entre 2000 et 2006 dans un rayon de 1,6 km des 35 stations du SRB de Sydney, Mullan et Tsai (2017) élaborent quatre modèles MPH fragmentés (avant et après l'ouverture en 2003, condos vs maisons) où l'accès aux stations de bus est défini sur la base de six distances-seuils variant de 100 m à 1 600 m, la dernière zone tampon (1 200 m à 1 600 m) servant de référence. L'analyse ne révèle aucune prime de proximité, mais les résidences unifamiliales situées entre 100 m et 400 m d'une station accusent un rabais de proximité (9%) avant l'ouverture du service, rabais qui se transfère aux résidences situées entre 0 et 100 m après 2003 (17%). Ce déplacement des externalités négatives suggère que la zone d'influence du SRB est plus étendue – et plus diluée – dans la phase de construction et que les effets de proximité négatifs du SRB s'intensifient et se concentrent à proximité immédiate des stations suivant la mise en service du réseau. Pour ce qui est des condos, ils subissent eux aussi des rabais de proximité significatifs entre 400 m et 1 200 m avant l'ouverture ($\approx 11\%$), qui se confinent à la zone 400-800 m après la mise en service (8%). Une forte densité résidentielle combinée à la mixité des usages au centre-ville, principal emplacement des condos, attire une clientèle urbaine moins sensible aux externalités négatives engendrées par le SRB.

Zhang et Liu (2015) étudient le cas de la ligne sud-est du SRB de Brisbane, au nord de Sydney. Mise en exploitation en 2000, la ligne compte 16,5 km de voies en site propre parallèle à l'autoroute. Fondé sur un échantillon de 1 313 résidences transigées en 2013, leur modèle MPH

mesure l'effet de la distance en ligne droite au corridor sur la base de distances-seuils allant jusqu'à 2,4 km. La première bande de 0 à 600 m – riche en externalités négatives – suggère des rabais de proximité importants de 144 \$AUD par mètre de rapprochement. Au-delà de 600 m, les rabais s'atténuent progressivement, s'annulent à une distance de 1,6 km pour ensuite se transformer en prime de proximité entre 1,6 et 2,4 km du corridor (40 \$AUD/m). Cela dit, les résidences situées à distance de marche d'une station de SRB (i.e. dans un rayon de 1,4 km) affichent une prime de proximité de 26 750 \$AUD par rapport aux autres résidences. La prime n'est plus significative au-delà de 1,6 km d'une station. La faible part modale de l'autobus ($\approx 5\%$ vs 86% pour l'automobile), combiné à l'adjacence de la ligne du SRB à l'autoroute, explique ces rabais de proximité étendus. Ainsi, l'effet de proximité optimal est atteint à l'emplacement qui maximise les avantages de la proximité d'une station tout minimisant les effets négatifs liés à la proximité du corridor.

La capitale du pays de Galles, Cardiff, au Royaume-Uni, a également fait l'objet d'une étude sur les retombées de son service d'autobus de type TSR (Wang et al., 2015). Les prix de transaction issus d'un échantillon de 12 887 propriétés résidentielles vendues entre 2000 et 2009 sont d'abord régressés à l'aide d'une procédure OLS comportant 24 variables de contrôle (attributs structurels du bâtiment, caractéristiques du voisinage et effets fixes temporels) et six catégories de variables d'intérêt indiquant le nombre d'arrêts d'autobus présents dans des rayons variant de 300 à 1 500 m de chacune des résidences. L'analyse fait ressortir des primes de proximité qui décroissent avec l'augmentation du rayon d'influence et qui sont de l'ordre de 3% à 1% pour chaque arrêt de bus supplémentaire. Une régression par quantile établit par ailleurs que les hausses de valeur sont plus accentuées pour les propriétés appartenant aux huitième et neuvième déciles (i.e., 195 000 £ et plus). Pour les résidences des sept premiers déciles, la prime s'établit à $0,1\%$ de la valeur pour chaque arrêt supplémentaire dans un rayon de 1,5 km et de $0,2\%$ pour les deux déciles supérieurs. Ces résultats convergent avec les conclusions de Munoz-Raskin (2010) qui rapportent eux aussi une plus grande appréciation des loyers – et donc de la valeur – pour les immeubles locatifs destinés aux clientèles à revenu moyen versus à faible revenu. Ce constat milite en faveur de la mise en place d'une taxe progressive applicable à partir du deuxième tertile de la récupération des plus-values afin d'atténuer le problème d'accaparement des bénéfices du SRB par les seuls propriétaires fonciers au détriment des autres contribuables.

Aux États-Unis, Shen et al. (2017) se sont penchés sur la région métropolitaine de Seattle (Washington) où l'on retrouve quatre quartiers de type BDOTC (*bus transit-oriented development*) qui se développent aux principaux nœuds du réseau de SRB et regroupent unités résidentielles et services commerciaux. La mise en place du SRB a suscité l'intérêt des autorités publiques et des promoteurs immobiliers pour le développement de projets concertés en périphérie des nouvelles stations. Les chercheurs s'intéressent aux effets de proximité des stations de SRB sur les prix résidentiels et sur leur répartition dans le temps. Un premier modèle MPH global incluant 25 variables de contrôle et portant sur 6 877 transactions résidentielles (1990-2015) situées dans un rayon de 1,5 mille (2,4 km) des stations de SRB et réparties entre les quatre BDOTC une fois complétés révèle des primes de proximité d'environ 2 215 \$ par 1 000 pieds de rapprochement des stations. Ce sont les propriétés situées dans un rayon de 0,5 mille (800 m) qui affichent les primes les plus élevées. Par ailleurs, trois régressions portant sur le BDOTC de Renton avant sa réalisation (1990-1995), durant la construction (1996-2005) et après l'achèvement des travaux

(2006-2015) révèle des primes de proximité significatives qui atteignent respectivement 17 296 \$ et 9 895 \$ durant et après les travaux. Sans les projets immobiliers intégrés, l'effet net du pôle de correspondance du SRB ouvert en 1996 n'aurait probablement pas généré des bénéfices économiques aussi importants. Cette recherche montre qu'un investissement de type SRB est une condition nécessaire, mais non suffisante pour optimiser l'internalisation des effets de proximité dans les valeurs immobilières.

Une méta-analyse effectuée par Zhang et Yen (2020) et regroupant la plupart des recherches précitées – 23 au total – permet d'identifier un certain nombre de points communs dans la littérature relativement aux effets d'un SRB sur les valeurs foncières et immobilières : (i) Les réseaux mis en service depuis plus de trois ans génèrent des effets de proximité d'environ 4,3% supérieurs à ceux que l'on observe au cours des phases précédentes, ce qui donne une indication du délai requis pour atteindre la maturité du réseau. (ii) Comme c'est le cas avec les réseaux de TSR (transport sur rail), les valeurs foncières réagissent plus sensiblement (différentiel moyen de +27,5%) à l'implantation d'un SRB que les prix immobiliers. Pour ces derniers, l'utilisation du prix demandé en lieu et place du prix de transaction comme variable dépendante amplifie les effets de proximité par un facteur d'environ 12%. (iii) Contrairement à ce que l'on observe avec le TSR dont les divers types de services (i.e., HRT, SLR, STB) induisent des effets de proximité hétérogènes, le standard de qualité du SRB n'exerce aucune influence. (iv) La méthode utilisée ainsi que les modalités de définition des groupes témoins influent sensiblement sur les résultats. À titre d'exemple, l'adoption d'une approche quasi-expérimentale (DiD) a tendance à surestimer les effets de proximité par rapport à une approche de type RSM. (v) Finalement, le contexte géographique dans lequel sont réalisées les analyses est source d'une grande variabilité dans les estimations. Ainsi, les recherches réalisées en Asie et en Océanie font état d'effets de proximité qui sont respectivement 4,9% et 6,4% plus faibles que ceux que révèlent les études nord-américaines. Dans le cas de l'Australie, cela peut s'expliquer par un mode de vie hautement dépendant de l'automobile.

8.2. Synthèse et conclusion des recherches sur l'impact du bus

À l'instar des TSR, les effets de proximité liés à la mise en place d'un réseau SRB se répercutent plus sensiblement sur les valeurs foncières que sur les prix immobiliers; l'utilisation du prix demandé plutôt que du prix de transaction comme variable dépendante amplifie également les primes de proximité. Cela dit, la liste des points en commun identifiables dans la littérature est plutôt limitée, notamment en raison d'une absence d'effets d'anticipation liés à l'implantation d'un SRB, contrairement à ce qui prévaut pour les TSR dont les infrastructures sont plus imposantes. Malgré tout, il est possible de dégager un certain nombre de généralités des recherches sur les retombées du SRB :

- La méta-analyse sur le sujet (Zhang et Yen, 2020) suggère que le standard du SRB établi en 2012 par l'Institut pour les politiques de Transport et de Développement (de base, bronze, argent, or), l'ITDP, n'influe pas significativement sur les effets de proximité. On observe toutefois des résultats contraires pour Québec qui n'est pas certifié par cet organisme (Métrobus et eXpress).

- Il convient d'enclencher les processus de planification et de réglementation de l'utilisation des sols dès l'annonce d'un projet dans le but d'accélérer les développements immobiliers anticipés par les acteurs du marché et d'en réorienter le calendrier le cas échéant (Ottawa).
- Les effets de proximité des stations se manifestent généralement dès la mise en service du réseau et devancent les changements d'utilisation du sol. La période d'ajustement varie selon le contexte urbain et le degré de coordination entre les autorités publiques et le marché (Knaap et al, 2001). Une fois les projets amorcés, l'essentiel des retombées opèrent sur une durée d'environ cinq ans (Boston, Seattle). Cela dit, ces effets peuvent subsister même après quelques décennies d'exploitation (SRB de Pittsburgh ouvert en 1983).
- Les effets de proximité d'une extension au réseau de SRB affectent non seulement le marché immobilier autour des nouvelles stations, mais plus globalement l'ensemble des secteurs avoisinant les corridors dans la mesure où ces secteurs bénéficient désormais d'une meilleure accessibilité aux pôles d'emploi et de services régionaux (Bogotá).
- L'offre de service optimale d'un réseau de SRB repose sur des itinéraires diversifiés et à grande fréquence durant les heures de pointe et sur le maintien d'une desserte raisonnable (nombre d'arrêts et fréquence du service) en périodes hors pointe (Québec).
- Les primes de proximité aux stations découlant d'une meilleure accessibilité aux pôles d'activité régionaux affectent prioritairement les propriétés des secteurs périphériques, qui en retirent le plus de bénéfices, alors que celles qui reflètent un meilleur accès aux aménités locales (i.e. centres commerciaux) se retrouvent plutôt dans le voisinage de ces dernières. La politique optimale à ce chapitre semble donc d'arrimer la densité de la desserte du réseau de SRB à l'utilité marginale qu'en retirent ses utilisateurs (i.e., accès aux emplois vs services locaux).
- Au centre-ville, où l'accès en voiture est plus limité, l'emplacement des stations doit être choisi en fonction des indices de densité résidentielle et de mixité des usages. Aux extrémités du réseau, il est préférable de favoriser des emplacements vierges propices aux développements de type BDOTC et de délaissier les secteurs exclusivement résidentiels et de faible densité.
- Les clientèles de quartiers ayant un historique de faible desserte en TC sont davantage motorisées que les clientèles plus centrales et moins enclines à utiliser les services de SRB, ayant déjà intégré les inconvénients engendrés par une faible accessibilité au QCA (Sydney). Dans ces zones, l'internalisation des effets de proximité dans les prix s'effectue plus tardivement.
- La mise en place d'un réseau de SRB est une condition nécessaire, mais non suffisante pour générer des primes de proximité en périphérie des stations. Le cas de Seattle démontre clairement que le développement du réseau doit s'articuler autour d'une politique d'aménagement urbain de type BDOTC et que les retombées positives susceptibles d'en découler peuvent se faire sentir bien après la mise en service du SRB.
- Les externalités négatives se concentrent surtout le long du corridor du SRB (100 m à Bogotá, 160 m à Pittsburgh) plutôt qu'à proximité des stations (Séoul). Ces dernières

jouissent d'une dynamique urbaine riche en aménités qui en pallient les désagréments. Par ailleurs, le marché des condos est moins affecté par les externalités négatives que ne le sont les maisons unifamiliales (Sydney).

- L'effet de proximité optimal est atteint à l'emplacement qui maximise les avantages découlant de la proximité d'une station tout en minimisant les effets négatifs liés à la proximité du corridor (Brisbane). L'adoption d'une stratégie BDOTC permet d'intégrer les nombreux facteurs externes au réseau lui-même, dont la qualité du réseau piétonnier, en vue de maximiser les retombées nettes du projet.
- Enfin, les propriétés résidentielles (unifamiliales, condominiums) haut de gamme réagissent plus sensiblement aux effets de proximité que celles destinées aux clientèles à plus faible revenu (Bogotá, Cardiff). Ce constat milite en faveur de la mise en place d'un système de captation de la plus-value foncière reposant sur un mode de taxation progressive à des fins de financement du réseau.

9. LES RETOMBÉES D'UN RÉSEAU DE STB SUR LES VALEURS IMMOBILIÈRES

9.1. Revue de la littérature

Cette dernière section se concentre sur les trains de banlieue, ou STB (STB), bien que certaines des recherches recensées ici englobent tous les types de transport ferroviaire, dont les STB. Généralement, le STB relie les centres-villes à ses banlieues avoisinantes contrairement aux services ferroviaires interurbains qui parcourent de longues distances entre une ou plusieurs villes. L'analyse des retombées relatives à ce dernier type de transport n'étant que très peu pertinente à la problématique, essentiellement intrarégionale, que soulève cette revue de littérature, elle ne fait pas l'objet du présent document.

Dans une première étude sur le STB *Flytoget* d'Oslo (Norvège), un train à grande vitesse reliant la gare centrale à l'aéroport principal (48 km, 3 stations) en dix-neuf minutes et inauguré en 1998, Strand et Vagnes (2001) s'intéressent exclusivement aux externalités négatives affectant les résidences situées dans un rayon de 500 m de part et d'autre du corridor. Initialement, on proposait d'entourer le TGV d'un tunnel afin d'en limiter le bruit, mais le projet fut abandonné faute de certitude quant aux bénéfices économiques. Dans un premier temps, on estime par modélisation MPH les effets de proximité du corridor pour un échantillon de 2 152 propriétés résidentielles uni et multifamiliales transigées au cours de la période 1988-1995, soit entre dix et trois ans avant la mise en service du réseau. Les résultats indiquent des rabais de proximité variant entre 120 000 et 150 000 NOK (16 900 – 21 100 \$CAD) pour les résidences qui passent de 100 m à 20 m du corridor. Dans un deuxième temps, et sur la base d'une approche multi-attributs (ABM : Attribute-Based Methods), on effectue en 1996 un sondage d'utilité auprès de 15 agents immobiliers locaux qui consiste en 21 séquences de choix où l'agent doit sélectionner parmi une paire de condos celui qu'il préfère. Les choix reposent sur l'hypothèse d'une relation positive entre le prix et la distance au corridor (externalité négative) ainsi que sur cinq autres critères réputés constants d'une séquence à l'autre. Les résultats du sondage révèlent un rabais d'environ 182 000 NOK (25 630 \$CAD) pour un rapprochement de 100 m à 20 m. La convergence des résultats découlant de ces deux approches complémentaires confirme la prédominance d'externalités négatives le long du corridor en dépit d'une plus faible densité d'arrêts comparativement aux autres modes de transport ferroviaires (TSR).

Dans le comté de Santa Clara en Californie, Cervero et Duncan (2002) se penchent sur les effets de proximité relatifs aux terrains commerciaux situés dans un rayon de 400 m des 16 stations du STB *CalTrain* (30 stations, 124 km, ouverture en 1987) localisées dans les QCA de San Jose et San Francisco et à proximité des autres stations du SLR également présentes dans la zone. L'échantillon se compose de 1 197 propriétés commerciales transigées entre 1998 et 1999 et dont seule la valeur des terrains est considérée. Les résultats d'un modèle MPH comportant 13 variables de contrôle suggèrent que les terrains commerciaux situés à moins de 400 m d'une station commandent des primes de proximité respectives d'environ 25 \$ et 4 \$ du pied carré pour le STB et le SLR, soit 142% et 23% du prix moyen de l'échantillon (17,51 \$/pi²). En pleine crise du logement, cette différence importante entre les deux modes de TSR met clairement en exergue les impacts plus prononcés du STB en raison de son potentiel d'accessibilité régionale accru, notamment aux bassins de logements abordables dans la Vallée Centrale de Californie. Cela dit, ces résultats s'appliquent uniquement aux propriétés situées dans l'un ou l'autre des QCA, alors

que le réseau SLR comporte plusieurs stations le long du corridor. Par ailleurs, au-delà de 400 m des stations du *CalTrain*, les primes de proximité tendent à disparaître, d'où la nécessité de densifier ces zones afin d'en extraire le maximum de plus-value.

Cervero (2004) étend l'analyse aux propriétés résidentielles uni et multifamiliales (i.e. locatives), aux condos et aux immeubles commerciaux avoisinant les stations du *San Diego Trolley*, le SLR desservant la région métropolitaine du même nom (53 stations, 3 lignes, 86,1 km, ouverture en 1981). Son échantillon se compose de 26 295 propriétés situées dans un rayon de 1 mille (1,6 km) des stations du SLR et de celles du STB Coaster (68 km, 8 stations). Au niveau résidentiel, il s'avère que seules les maisons unifamiliales et les condos enregistrent des primes de proximité respectives de 17% et 46% de la valeur de la résidence standard dans un rayon de ½ mille (800 m) d'une station de STB contre aucun effet significatif pour les immeubles multifamiliaux, la prime exigée pour être à proximité de ces stations ne convenant pas au profil socio-économique des locataires de la région. Par contre, on relève des primes de proximité d'environ 17% (multifamiliales) et 6,4% (condos) dans un rayon de ½ mille (800 m) des stations du tronçon est du SLR, qui dessert un secteur plus défavorisé de la ville. Au niveau commercial, seul le tronçon du SLR *Mission Valley*, qui a connu le plus de développements DOTC, enregistre des primes substantielles de 71,9% par rapport à la valeur des immeubles standards de cette catégorie. Quant aux primes de proximité liées au STB, elles ne se manifestent que dans un rayon de ¼ mille (400 m) des stations situées au centre-ville, où elles atteignent 91,1% de la valeur du commerce standard, alors que les commerçants plus éloignés subissent au contraire une perte d'achalandage. Cette segmentation du marché illustre l'importance d'apparier l'offre de TC aux profils particuliers de chacune des clientèles desservies (e.g., favoriser les condos près des stations de STB).

Armstrong et Rodriguez (2006) se penchent pour leur part sur l'internalisation dans les prix résidentiels des retombées en matière d'accessibilité régionale et locale du réseau de STB de l'état du Massachusetts (641 km, 141 stations) reliant le centre-ville de Boston. Leur échantillon consiste en 1 860 résidences unifamiliales transigées entre 1992 et le premier trimestre de 1993 et réparties sur sept municipalités, dont quatre sont dotées du service de STB. L'accessibilité locale est définie par trois variables : (i) le temps de déplacement en voiture de la résidence jusqu'à la station la plus proche; (ii) le fait pour une propriété d'être située dans un rayon de 250 m d'une station; et (iii) la présence d'au moins une station dans la municipalité de résidence. Quant à l'accessibilité régionale, elle se définit comme le temps de déplacement entre la station la plus proche de la résidence et le centre-ville. Les estimations se font à l'aide d'un modèle SAR et selon trois formes fonctionnelles (linéaire, semi-log et double-log). Les résultats de la modélisation révèlent une prime de proximité pour la troisième variable d'accessibilité locale (10,1%), quelle que soit la forme fonctionnelle utilisée. Les deux premières variables ne sont quant à elles significatives que dans la spécification double-log. Contre toute attente, l'accessibilité régionale ne s'avère pas significative. Par ailleurs, chaque diminution de 1% de la distance au corridor se traduit par un rabais d'environ 0,13% sur la valeur des résidences. Ces résultats suggèrent donc des effets d'accessibilité effectifs au niveau local qui se limitent à la seule présence de stations dans la municipalité et d'un effet de proximité du corridor négatif.

À Londres (Royaume-Uni), Gibbons et Machin (2005) procèdent à une analyse comparative des effets de proximité des stations du STB *National Railway* (NR) et d'un ensemble de nouvelles stations du métro souterrain de Londres (LU) et du métro léger à ciel ouvert *Docklands Light Railway* (DLR). L'échantillon utilisé se compose de 15 761 ventes répétées de résidences uni et multifamiliales (condos) effectuées entre 1997 et 2001 à l'intérieur de la zone d'influence des stations Holborn (30 km de rayon), une station du métro de Londres desservant un quartier central au nord de la Tamise, et Bromley (20 km de rayon), une station du STB desservant le quartier du même nom situé au sud-est de la région londonienne. En 1999, quatre nouvelles stations se sont ajoutées au réseau du LU et cinq autres à celui du DLR, tandis que le NR demeurait inchangé. Le groupe de traitement est constitué des propriétés qui, entre 2000 et 2001, se situaient en-deçà de 2 km de l'une des 11 stations considérées (Holborn, Bromley et les 9 nouvelles). Un modèle MPH en coupe transversale contenant 26 variables de contrôle fait ressortir pour les propriétés du groupe de traitement des primes de proximité d'environ 3% de la valeur par kilomètre de rapprochement pour la station du STB-NR et de 10% pour celles du réseau LU/DLR. Par ailleurs, une hausse de fréquence d'un train par heure augmente la prime de proximité de 0,21% dans le cas du STB-NR mais n'exerce aucun effet sur le prix des propriétés desservies par le LU/DLR. À titre comparatif, le réseau LU/DLR effectuait à l'époque plus de 3 millions de déplacements de passagers par jour contre environ 1,83 millions pour le STB-NR. Les résultats obtenus par Cervero et Duncan (2002) et Gibbons et Machin (2005) corroborent l'idée voulant que les effets de proximité soient corrélés à l'envergure des infrastructures de TC. Gallo (2018) trouve également des résultats similaires pour les services de STB et du réseau de funiculaires de Naples, en Italie, où seule l'ajout d'une ligne haute fréquence (i.e., plus de 6 trains à l'heure) exerce un effet à la hausse significatif sur le prix médian des immeubles inclus dans les 60 zones de l'Observatoire des marchés immobiliers (OMI) couvrant l'ensemble de la ville.

Debrezion et al. (2007) produisent une méta-régression portant sur un ensemble de 57 études (i.e. les observations) où l'on estime le changement en pourcentage de la valeur des propriétés selon leur distance à une station de TC. Les primes de proximité sont régressées sur six critères explicatifs communs aux études consultées selon deux spécifications pour la variable dépendante, soit : (i) la différentielle de prime entre les propriétés situées en-deçà de 400 m d'une station et celles comprises entre 400 m et 3,2 km (modèle 1) et (ii) la prime par incrément de 250 m d'éloignement d'une station jusqu'à 3,2 km (modèle 2). Le mode de transport considéré (HRT/métro, SRB, STB, SLR), le type de propriété (résidentiel vs commercial) ainsi que la distance de la résidence à la bretelle d'autoroute la plus proche figurent notamment parmi les critères retenus. Les résultats des deux modèles suggèrent que par rapport aux autres propriétés plus éloignées, celles qui se situent dans un rayon de 400 m d'une station de STB bénéficient de primes de proximité qui excèdent respectivement de 14,1% (modèle 1) et 3% (modèle 2) celles générées autour des stations de SLR. Par ailleurs, le type de propriété (commercial, résidentiel) exerce également une influence déterminante sur l'ampleur des effets de proximité. Ainsi, en-deçà de ¼ mille (400 m), les propriétés commerciales affichent des primes de marché de 12% supérieures à celles attribuées au secteur résidentiel (modèle 1). Au-delà de ce rayon toutefois, ce sont les propriétés résidentielles, dont la zone d'influence est à la fois plus étendue et plus diffuse, qui profitent le plus de la proximité des stations (prime différentielle de 2,3% par incrément de 250 m de rapprochement pour le modèle 2). Ces résultats corroborent ceux des études californiennes de Cervero et Duncan (2002) et de Cervero (2004). Finalement, l'ajout de la

distance de la résidence à la bretelle d'autoroute la plus proche comme facteur explicatif des variations de prix a pour effet d'atténuer l'ampleur des effets de proximité générés par les TC ferroviaires en général.

Dans une seconde méta-analyse portant sur les services de STB, SLR et HRT/métro, Mohammad et al. (2013) passent en revue 23 études couvrant trois continents et regroupant 102 observations sur la période 1980-2007. De nouveau, les effets de proximité sont modélisés à l'aide d'un ensemble de facteurs communs à chaque étude. Les conclusions de la recherche sont dans l'ensemble similaires à celles de Debrezion et al. (2007). Ils révèlent en outre un effet de maturité après plus d'un an d'exploitation d'un TSR, peu importe le type considéré, qui se traduit par une réduction de 14% de la prime de proximité par rapport à celle qui s'appliquait immédiatement après l'annonce du projet. Zhang et Yen (2020) en arrivent à une conclusion contraire dans leur méta-analyse sur l'impact des SRB qui établit que les effets de proximité des stations s'avèrent plus élevés suivant la mise en service du réseau que durant la phase de pré-exploitation. Le contexte géographique influence aussi les résultats : les études portant sur l'Asie de l'Est et l'Europe font état de primes de proximité qui excèdent respectivement de 15,8% et 14,8% celles qui sont rapportées dans les analyses nord-américaines. Selon les auteurs, la majorité des villes répertoriées dans les deux premiers continents sont davantage orientées sur les TC que sur l'automobile, alors que c'est plutôt l'inverse en Amérique du Nord. Finalement, les caractéristiques méthodologiques (type de données, spécification des modèles) suggèrent que les analyses en coupe transversale, tout comme les formes fonctionnelles semi-log et double-log, affectent les résultats à la baisse. Enfin, des tests associant l'ampleur et la direction des effets de proximité à leur degré de signification statistique suggèrent que, d'une façon générale, les estimateurs associés s'avèrent très sensibles à leur erreur-type et qu'il existe de la part des chercheurs un biais de publication qui tend à prioriser les résultats significatifs.

Dans une troisième et dernière méta-analyse, Hamidi et al. (2016) colligent 114 études nord-américaines portant sur le marché résidentiel et s'échelonnant sur la période 1976-2014. Dans un premier temps, 81 études sont retenues afin d'estimer la prime moyenne nationale associée à la présence d'un réseau de TC. Pour ce faire, toutes les primes de proximité obtenues par la méthode des distances seuils sont agrégées selon un ensemble commun de cinq zones tampons (0 à 4,8 km) et pondérées selon la taille de chaque échantillon. La prime moyenne pondérée ainsi obtenue s'établit à 2,88% de la valeur des propriétés contre 4,2% pour Debrezion et al. (2007). Afin d'expliquer cet écart, les auteurs régressent les élasticités de la prime de proximité sur un ensemble de huit facteurs, dont la distance continue aux stations (linéaire et quadratique), le type de mode sous analyse (HRT, SRB, SLR et STB) et la période d'étude (avant vs après 2003). On constate que les études post-2002 affichent des effets de 9,2% plus faibles que celles qui précèdent 2002, les approches méthodologiques plus récentes – et donc plus sophistiquées – permettant une meilleure prise en compte des facteurs de voisinage. Par ailleurs, l'ajout dans la méta-régression d'un indice de densité résidentielle régionale via la variable proxy « DOTC » rend non significative l'influence du mode de TC sur les valeurs. Ceci met en exergue le rôle prépondérant qu'exercent les stratégies d'utilisation du sol dans le voisinage des stations sur l'ampleur des effets de proximité et suggère une importance prépondérante – mais non exclusive – de ce facteur dans la prise en compte de tout projet de TSR.

À Haïfa, en Israël, Portnov et al. (2009) se penchent sur les effets de proximité relatifs à une portion du STB ceinturant la ville (6 stations, 20 km). Le train, géré par la Israël Railways, offre aussi des services interurbains et de transport de marchandises. Un échantillon composé de 926 unités de condos transigées dans les secteurs desservis entre 1998 et 2007 est traité via un modèle SAR selon une procédure d'introduction séquentielle des variables. Au final, le modèle comporte 12 variables de contrôle, dont le niveau de pollution de l'air, mais exclut les descripteurs structurels (non disponibles). Si la proximité des stations ne génère aucune prime de proximité significative, les résidences situées dans un rayon de 50 à 100 m du corridor subissent une dévaluation de 13% de leur valeur en raison des externalités négatives qui en découlent. Au-delà de ce seuil toutefois, les propriétés affichent une prime moyenne de 0,7% par incrément de 100 m de rapprochement. Ces résultats bien particuliers s'expliquent par le fait que les stations sont rapprochées et que le territoire desservi est restreint (63 km²) de sorte que l'accès aux stations pèse moins lourd que la distance continue au corridor de desserte dans la décision d'achat des ménages. De manière plus générale, l'interstation augmente avec la longueur du trajet normalement dictée par le mode de TC, ce qui implique qu'une plus longue distance confère des bénéfices de proximité élargi aux stations relativement au corridor.

Aux Pays-Bas, Debrezion et al. (2011) estiment les effets de l'accessibilité locale et régionale du STB national (360 stations, environ de 3 200 km) à l'aide d'un échantillon totalisant 64 095 transactions résidentielles réparties entre les trois municipalités d'Amsterdam, de Rotterdam et d'Enschede et effectuées sur la période 1996-2001. Six modèles sont estimés, qui combinent la municipalité (3) et le type de station considéré (2). La composante d'accessibilité locale est définie selon la distance de la résidence jusqu'à la station la plus proche (type 1) ou la plus fréquentée (type 2) tandis que la mesure de l'accessibilité régionale repose sur un indice de qualité défini selon quatre critères, dont la fréquence de service et le degré de connectivité au réseau pour chacune des stations. Les résultats de l'analyse ne révèlent aucun effet de proximité significatif pour les propriétés situées à Rotterdam. Pour les modèles utilisant la station la plus proche comme indicateur de l'accessibilité locale, les propriétés d'Amsterdam affichent des effets de proximité respectifs de 1% (destinations locales) et - 3,6% (destinations régionales - rabais) contre 2% et 4% pour celles d'Enschede. En considérant la station la plus fréquentée, les primes atteignent 1,2% et 11,8% pour Amsterdam contre 2,5% et 3% pour Enschede. Ces résultats suggèrent d'une part que la taille et la densité résidentielle d'une ville influent fortement sur les effets de proximité liés à l'accessibilité régionale (11,8 % vs 3%) - Amsterdam ayant plus de 5 fois la taille d'Enschede et étant 3,5 fois plus dense -, mais beaucoup moins sur ceux qui découlent de l'accessibilité locale (1,2% vs 2,5%) en raison notamment de l'offre très élevée de TC et de la multiplicité des choix modaux dont disposent les usagers des grands centres. D'autre part, les gains d'accessibilité régionale qu'offre la station la plus fréquentée se traduisent, pour le centre urbain dominant, par des effets de proximité à la fois positifs et substantiels qui contrastent avec ceux dérivés des modèles de type 1 (11,8% vs - 3,6%). Enfin, les propriétaires d'Enschede subissent plus fortement les retombées négatives d'une localisation à moins de 100 m d'un corridor du STB (rabais de 6%) que ce n'est le cas des résidents d'Amsterdam, plus tolérants à cet égard.

À Sydney, en Australie, Ge et al. (2012) analysent les impacts de la ligne de STB Epping-Chatswood (5 stations, 24 km) à l'aide d'un échantillon de 811 propriétés résidentielles (ventes

répétées) situées dans un rayon de 1,5 km de la station Macquarie University et transigées entre 2000 et 2011. Quatre modèles MPH reflétant les phases du projet, soit avant et après le début de la construction (novembre 2002) et avant et après l'ouverture (février 2009), sont estimés. Les résultats des quatre modèles révèlent des primes de proximité moyennes substantielles pour les résidences situées à moins de 1 km de la station, mais ces primes s'avèrent plus élevées avant la construction de la ligne (80 833 \$) et après sa mise en service (66 577 \$) que ce n'est le cas après le début de la construction (64 523 \$) et avant l'ouverture (56 054 \$). Sans surprise, ces résultats reflètent les effets d'anticipation positifs suite à l'annonce du projet ainsi que les bénéfices d'accessibilité effectifs suivant son ouverture alors que les externalités négatives engendrées par les travaux caractérisent les phases intermédiaires. Si le profil temporel des effets de proximité est bien documenté en ce qui a trait aux autres types de TC ferroviaire, cette étude est la première à en faire mention eu égard au mode STB.

Mayor et al. (2012) s'intéressent aux effets de proximité conjoints des TSR (tramway, STB, trains interurbains) de la Région de Dublin (République d'Irlande). Leur échantillon se compose de 6 956 propriétés résidentielles de tous types transigées entre 2001 et 2006. Le STB DART (31 stations, 53 km), inauguré en 1984, partage les mêmes voies que le train interurbain et n'a pas connu de rénovations majeures depuis sa mise en service; il est par ailleurs complété d'un réseau d'autobus à forte desserte. Quant au tramway *Luas* (67 stations, 42,1 km), ouvert en 2004, il comporte deux lignes et opère dans l'ouest de Dublin, un secteur moins bien desservi en TC. Les résultats d'un modèle MPH de forme fonctionnelle semi-log suggèrent que si les résidences situées dans un rayon de 1,5 km d'une station DART (STB) bénéficient de primes de proximité d'environ 4,7%, celles que génère le tramway sont, selon la zone étudiée, deux à trois fois supérieures pour les résidences situées dans un rayon de 1 km d'une station. Par ailleurs, les résidences situées dans un rayon de 1 km du corridor du DART subissent un rabais de proximité, suggérant la présence d'externalités négatives. Cette dévaluation par le marché tient notamment à la désuétude du réseau de STB qui contribue à réduire un taux d'achalandage déjà très faible (7% des déplacements domicile-travail en 2006, contre 49% pour l'automobile). Ce dernier facteur tend à décourager la modernisation du DART par les autorités, alimentant ainsi un cercle vicieux. Le projet de DART Underground, qui prévoit l'ajout de 7 nouvelles stations, dont 6 souterraines, vise à pallier cette lacune.

Dans la ville de Santander, en Espagne, Ibeas et al. (2012) se penchent sur les retombées économiques attribuables aux infrastructures d'autobus (> 150 stations) et du STB (25 stations) de la ville. Les prix demandés relatifs à un échantillon de 1 562 propriétés résidentielles mises en vente en juin 2009 sont régressés sur une série de descripteurs, dont deux variables binaires identifiant les résidences situées à moins de 500 m (400 m) d'une station de STB (d'autobus). La variable binaire relative à l'autobus est ensuite mise en interaction avec le nombre de parcours desservant chacune des stations concernées. Quatre modèles MPH sont estimés (OLS, SEM, SAR, SDM), trois types de matrice de pondération s'appliquant à chacun des modèles spatiaux. Les résultats révèlent des primes de proximité de l'ordre de 2,7% à 6% du prix demandé pour les résidences situées à moins de 500 m d'une station du STB alors que les primes varient de 1,4% à 2,2% pour chaque parcours supplémentaire desservant les propriétés situées à moins de 400 m d'un arrêt d'autobus (terme interactif). Comme plusieurs recherches recensées dans les

sections qui précèdent le démontrent, la connectivité d'un réseau de TC influe grandement sur l'ampleur des effets de proximité.

À Brisbane (Australie), Mulley et al. (2016) comparent eux aussi les effets de proximité que dégage un tronçon du STB (> 50 stations) avec ceux associés au SRB (24 stations) en banlieue de la ville. Le SRB, qui ne nécessite pas de correspondance afin d'atteindre le QCA (système ouvert), a été mis en exploitation en septembre 2000, soit plus de vingt ans après la mise en exploitation du STB (1979). Un échantillon de 7 693 propriétés résidentielles transigées en 2011 est recueilli le long du tronçon du SRB dans un rayon de 5 km de part et d'autre du corridor. Les résultats issus d'un modèle SEM révèlent une prime de proximité d'une station de SRB de l'ordre de 0,11% pour chaque 100 m de rapprochement contre un rabais de proximité de 0,17% pour le train. On relève également un rabais de 10% pour les résidences situées à moins de 50 m du corridor de train. Une analyse GWR révèle que les primes de proximité associées au train affectent les propriétés situées à une certaine distance du QCA et particulièrement au nord de la ville, là où les clientèles périurbaines profitent le plus des gains d'accessibilité. Au sud et à l'ouest par contre, les lignes ferroviaires sont également utilisées pour l'acheminement du charbon jusqu'au port de la ville, engendrant ainsi des perturbations nocturnes et des effets de pollution indésirables. Les cas de Dublin, Santander et Brisbane illustrent bien l'importance de prendre en considération l'environnement urbain et le profil des résidents dans l'estimation des impacts d'un réseau de TSR sur le marché immobilier.

Dans une étude d'impact sur le STB d'Austin au Texas (51 km, 9 stations), inauguré en mars 2010, Yu et al. (2018) recueillent un échantillon de 5 634 propriétés commerciales évaluées à leur valeur marchande de 2015 et situées dans un rayon de 2 milles (3,2 km) des stations. Seule la valeur foncière unitaire est retenue pour les fins de l'analyse. Le service de STB d'Austin est reconnu pour son faible taux d'achalandage moyen par jour de semaine, étant classé au 24^{ème} rang parmi 31 STB américains (APTA, 2019). L'objectif de l'étude est d'estimer l'effet de synergie découlant de la combinaison DOTC-STB. Un premier modèle spatial de type SDM comportant quatre zones tampons de 400 m chacune (0-1,6 km) autour des stations génère des primes de proximité significatives qui passent de 7,40 \$/pi² pour les terrains les plus proches d'une station à 2,30 \$/pi² pour les sites les plus éloignés. L'ajout dans le modèle de l'interaction entre les bandes de distance et la présence d'un quartier DOTC altère substantiellement l'ampleur des coefficients zonaux simples, lesquels ne demeurent significatifs que pour les propriétés des zones tampons 0-400 m (2,00 \$/pi²) et 400-800 m (2,40 \$/pi²). En revanche, les coefficients interactifs récupèrent des effets de proximité amplifiés pour les commerces situés dans un rayon de 1 200 m (zones 1 à 3) d'une station DOTC, ces propriétés affichant des primes supplémentaires de l'ordre de 9,00 \$/pi² (zone 1) à 5,60 \$/pi² (zone 3). Enfin, l'application d'une procédure de modélisation GWR suggère que les primes de proximité sont plus importantes au voisinage des stations proches du centre-ville et qu'elles diminuent graduellement au fur et à mesure que l'on s'en éloigne. Ainsi, à l'inverse de ce que l'on observe généralement pour l'usage résidentiel, lequel réagit fortement aux externalités négatives (e.g. Mulley et al., 2016), les bénéfices de proximité affectant les propriétés commerciales sont maximisés au voisinage immédiat des stations de STB, soit là où l'achalandage est le plus élevé.

Dans une série de deux études, Dubé et al. (2013 & 2014) s'intéressent aux effets du STB sur les valeurs résidentielles de la grande région de Montréal. Dubé et al. (2013) se penchent sur la première ligne du STB de la Rive-Sud, la ligne Mont-Saint-Hilaire « Exo 3 » (7 stations, 35 km). Graduellement mise en place entre février 2000 et décembre 2003, cette ligne relie six municipalités de la Rive-Sud (Saint-Lambert, Saint-Hubert, Saint-Bruno, Saint-Basile-le-Grand, McMasterville et Mont-Saint-Hilaire) à la Gare Centrale, au centre-ville de Montréal. L'échantillon utilisé se compose de 23 978 paires de ventes répétées résidentielles effectuées dans le secteur entre 1992 et 2009. Les économies de temps de déplacement en voiture, entre la vente et la revente, depuis la résidence jusqu'à la station la plus proche et découlant de la mise en service de la nouvelle ligne, ou « effets d'accessibilité », sont estimées et regroupées en intervalles de 2 minutes jusqu'à un maximum de 12-14 minutes. Les économies de plus de 14 minutes forment le groupe de référence. Les résultats d'un RSM en DiD révèlent des primes de proximité qui diminuent avec la distance aux stations, passant de 18,9% de la valeur des résidences situées à moins de 2 minutes d'une station à 3,6% pour un temps d'accès de 12-14 minutes. En outre, cette relation de décroissance varie avec la distance au QCA qui, d'une façon générale, exerce un effet à la baisse sur les primes. L'effet de proximité associé au STB de la Rive-Sud, estimé globalement à 2,6% de la valeur des résidences, se traduit pour le marché immobilier résidentiel par une plus-value de 1,15 G\$. Une décomposition de l'effet moyen selon la distance au QCA et par intervalle de gain de temps de déplacement ne permet pas de confirmer l'hypothèse d'un transfert de valeur significatif des secteurs moins attractifs vers ceux qui bénéficient du nouveau service mais suggère plutôt que le STB de la Rive-Sud de Montréal est à l'origine d'une création nette de valeur.

Dans la seconde étude portant cette fois sur la Rive-Nord, Dubé et al. (2014) s'intéressent à la ligne Saint-Jérôme (Ligne Exo 2, 13 stations, 63 km) qui relie la ville du même nom à la station de métro Lucien-L'Allier, sur l'Île de Montréal. Inaugurée en mai 1997, ses dernières modifications remontent à 2007 avec l'ajout du tronçon Blainville-Saint-Jérôme en janvier et l'inauguration de la gare intermodale de la Concorde, à Ville de Laval, en avril. Toutes les stations sont munies de stationnements incitatifs (*park-and-ride*) dont la capacité a été progressivement augmentée pour répondre à la demande croissante. À l'instar du STB de la Rive-Sud, le STB de la ligne Exo 2 circule sur une ligne déjà existante au moment de l'annonce et partage ses infrastructures ferroviaires avec le train interurbain (Via Rail) et le transport de marchandises. En raison des très courts délais entre l'annonce du projet et les débuts de sa mise en exploitation (les infrastructures existent déjà), on fait ici abstraction des effets d'anticipation. Sur la base d'un échantillon de 27 294 paires de ventes résidentielles répétées effectuées entre le deuxième trimestre de 1992 et le dernier trimestre de 2009, les auteurs estiment à l'aide d'une approche RSM les effets sur les prix des économies de temps de déplacement en voiture jusqu'à la station la plus proche suite à la mise en place du service. L'ensemble des résidences considérées sont regroupées en trois zones tampons mutuellement exclusives de 500 m de rayon autour des stations (0-1,5 km). Les résultats dérivés d'une procédure DiD spatiale (SDiD) révèlent une prime d'accessibilité de 0,06% pour chaque minute de gain de temps de déplacement en voiture jusqu'à la station. Par ailleurs, en ce qui a trait à la distance de marche, les primes de proximité des stations pour les zones tampons de 0-500 m, 500-1000 m et 1-1,5 km s'établissent respectivement, en moyenne, à 5,2%, 2,3% et 3,8%. Cette courbe prime-distance en « U » suggère une relation non linéaire de forme quadratique, bien que la distribution simulée de ces primes suggère l'existence d'externalités

négligables qui en réduisent l'ampleur pour un certain nombre de propriétés adjacentes aux stations de STB.

9.2. Synthèse et conclusion des recherches sur l'impact du STB

Cette section nous permet de réaliser à quel point l'ampleur et la nature des effets de proximité demeurent tributaires de leur environnement propre. Notamment, nous avons vu que la géographie occupe une place importante, avec des primes significativement plus élevées en Europe et en Asie de l'Est qu'en Amérique du Nord. De plus, les raffinements méthodologiques, particulièrement depuis 2002, ont permis d'améliorer la précision des estimations par une meilleure prise en compte des facteurs de voisinage, ce qui tend à en diminuer l'ampleur.

D'entrée de jeu, il faut souligner que la littérature demeure ambiguë quant à l'impact des réseaux urbains ferroviaires sur les valeurs immobilières, certains chercheurs suggérant même l'existence d'un biais de publication en faveur des résultats significatifs. Il est néanmoins possible de dégager de ces recherches un certain nombre de généralités:

- Règle générale, la prime de proximité est à son apogée juste après l'annonce du projet et suite à la mise en exploitation du service (e.g. Sydney), tandis qu'elle atteint un creux durant la phase de construction en raison des incertitudes et des désagréments qu'elle occasionne. Par ailleurs, cette prime a tendance à s'atténuer après la première année d'exploitation. Lorsqu'il s'agit de l'extension d'une ligne existante (e.g. Montréal), les effets d'anticipation sont en général plutôt faibles et se concrétisent peu de temps avant l'ouverture du service.
- Dans la plupart des cas consultés, la proximité d'un corridor de STB affecte à la baisse la valeur des propriétés résidentielles. Si la distance critique fluctue généralement entre 20 et 100 m du corridor (Oslo, Massachusetts, Haïfa, Brisbane), elle peut atteindre jusqu'à 1 km (Dublin).
- Le fait de partager les voies avec d'autres modes de transport ferroviaires (cargo, trains interurbains) augmente le lot d'externalités négatives affectant le voisinage résidentiel (e.g., perturbations nocturnes, pollution accrue) et se traduit par des rabais de proximité pour les propriétés concernées (Brisbane).
- Les études sur la région de Montréal suggèrent d'une part que la proximité d'une station de STB se traduit pour le marché résidentiel par des primes de proximité qui diminuent avec le temps d'accès aux stations et que, d'autre part, la distance au QCA exerce un effet à la baisse sur ces primes pour les résidences situées à moins de 4 minutes en voiture de ces stations. Elles suggèrent en outre que les investissements relatifs à ce type de mode de TC engendrent une création nette, plutôt qu'un simple déplacement, de valeur sur le territoire.
- Si le cas montréalais est une confirmation que les avantages de proximité des stations qui découlent des gains d'accessibilité à l'emploi et aux services sont bel et bien internalisés dans les valeurs immobilières, il illustre également le fait que la distribution des plus-values ainsi générées n'est pas uniforme dans l'espace et qu'elle dépend notamment de la structure existante de l'offre de transport. Ainsi, la mise en place d'un nouveau service

exercera un impact plus marqué sur les prix là où la desserte en TC était auparavant déficiente ou inexistante (Rive-Sud) alors que les primes de proximité seront à la fois moindres et plus diluées dans les secteurs où les résidents disposent d'une offre de transport alternative abondante et variée (Rive-Nord).

- Les primes de proximité sont fonction de l'envergure du réseau de TSR. Ainsi, la prime associée au STB dépasse celle que génère sa contrepartie légère (SLR), notamment en raison du meilleur accès qu'il offre aux pôles d'activité et services régionaux. Toutefois, la densité d'utilisation du sol au voisinage des stations, notamment par leur intégration au sein d'un aménagement DOTC, a pour effet de réduire, voire d'annuler, les différentielles en matière d'effets de proximité associés aux divers types de système (HRT/méto, SLR, STB) en raison de la préséance des stratégies d'utilisation du sol sur le seul critère modal.
- La taille et la densité résidentielle d'une ville influent fortement sur les effets de proximité liés à l'accessibilité régionale, mais beaucoup moins sur ceux qui découlent de l'accessibilité locale (e.g. Amsterdam vs Enschede) en raison notamment de l'offre élevée de TC et de la multiplicité des choix modaux dont disposent les usagers des grands centres (e.g. Santander). Dans ce contexte, la proximité de la station la plus fréquentée, plutôt que la plus proche, est souvent plus fortement valorisée par les usagers du STB. La prédominance de l'accessibilité régionale vs locale dans la détermination des primes de proximité ne fait toutefois pas l'unanimité, comme en fait foi le cas du STB du Massachusetts.
- Une fréquence de service plus élevée confère des bénéfices d'accessibilité plus importants - et, partant, des primes de proximité plus substantielles - pour des itinéraires longs, tel que c'est le cas avec les STB (Londres). Une fréquence horaire minimale est par ailleurs requise pour que les valeurs immobilières en soient significativement affectées (e.g. Naples).
- La configuration d'un réseau de STB (e.g., en ceinture vs en ligne droite), la superficie desservie ainsi que le nombre de stations et la distance qui les séparent contribuent à façonner les préférences résidentielles des ménages en matière de localisation et, partant, la structure des effets de proximité. Ainsi, la proximité d'une station est d'autant moins valorisée que l'aire de desserte du réseau est compacte et que les stations sont nombreuses et rapprochées le long du corridor (e.g. Haifa).
- La littérature portant sur le STB nous rappelle que si l'ampleur et la direction des effets de proximité des stations varient selon l'usage (résidentiel vs commercial) et le type d'immeubles (unifamiliales, condos, logements locatifs), ces effets seront optimisés là où il y a adéquation entre la fonction et les préférences des utilisateurs du réseau en matière d'accessibilité aux emplois et aux services locaux et/ou régionaux.
- D'une façon générale, et bien que ce ne soit pas nécessairement le cas pour tous les types de logements, les avantages de proximité dont jouissent les propriétés résidentielles sont plus marqués à une certaine distance du QCA. Inversement, le secteur commercial voit sa rente différentielle de localisation optimisée là où le niveau d'achalandage piétonnier – généralement plus élevé au QCA – est maximal.

- Dans la majorité des cas répertoriés, la prime de proximité relative aux propriétés du secteur commercial est maximisée dans un rayon de 400 m d'une station de STB; cette prime diminue en outre avec la distance au QCA (e.g. Santa Clara, San Diego). Au-delà de 400 m, la prime commerciale s'estompe progressivement et les effets de proximité favorisent plutôt la fonction résidentielle. Enfin, l'intégration d'une station de STB au sein d'un aménagement DOTC a pour effet d'amplifier les effets de proximité, en particulier pour les commerces qui profitent pleinement de l'achalandage qui en découle (e.g. Austin).
- Moyennant une offre de transport collectif multimodale et dans un contexte de forte concurrence avec l'automobile, un accès facile au réseau autoroutier depuis la résidence tend à atténuer les primes de proximité associées au STB. Par ailleurs, à défaut d'un réinvestissement public adéquat pour la modernisation des infrastructures et l'amélioration du service, la désuétude d'un réseau de STB (e.g. le DART à Dublin) ne fait qu'accentuer la baisse de son achalandage au profit d'autres modes de TC ou de l'automobile.

10. CONCLUSION GÉNÉRALE SUR LES EFFETS D'UNE INFRASTRUCTURE DE TC SUR LES VALEURS FONCIÈRES ET IMMOBILIÈRES

L'essence de cette revue repose sur une question fondamentale pour laquelle il n'existe pas de consensus clair: « Les infrastructures de TC génèrent-elles une création nette de valeur ou simplement un transfert dans l'espace des valeurs foncières et immobilières ? ». La réponse dépend du territoire considéré dans l'analyse (e.g. la Ville de Montréal vs le centre-ville ou la RMM), du mode considéré, du type de propriété (e.g. unifamiliale vs copropriété, locatif ou commercial), du segment de marché considéré (e.g. hauts vs bas revenus) et de la localisation (centrale vs périphérique). Qu'il s'agisse de création nette ou de transfert de valeur toutefois, la prime de proximité reflète toujours les économies de temps de déplacement (i.e. le coût d'option) liées aux nouvelles infrastructures de TC. Par ailleurs, Les stratégies de financement des infrastructures de TC peuvent être considérées indépendamment de la nature des primes de proximité (création nette ou transfert de valeur). La question est plutôt de savoir si l'on opte pour l'imposition d'une nouvelle taxe (e.g. redevances de développement chargées au promoteur d'un projet en périphérie), généralement refilée à l'utilisateur final, ou pour une répartition concertée de l'impôt foncier supplémentaire découlant de la mise en place des infrastructures de TC (e.g. captation des plus-values foncières).

De cette revue assez exhaustive de la littérature scientifique, il ressort que la rente de localisation différentielle associée au TC est multidimensionnelle. Entre autres choses, la géographie et la culture locale façonnent les préférences des usagers du TC comme le suggèrent les différences observées entre, d'une part, l'Europe et l'Asie et, d'autre part, l'Amérique du Nord en ce qui a trait à l'ampleur des primes de proximité. De façon très générale, les recherches – notamment les méta-analyses - suggèrent une certaine hiérarchie dans les effets de proximité et les externalités négatives associés aux divers modes de transport collectif, soit, par ordre d'importance décroissante, le STB, le métro, le SLR, le Tramway et le SRB.

Dans ce dernier cas, la qualité de la desserte ne semble pas exercer d'influence significative sur les effets de proximité liés à ce mode; cette conclusion ne fait toutefois pas l'unanimité auprès des chercheurs. Ainsi, la flexibilité dans la distribution des stations d'autobus le long d'un corridor de service permet, via les lignes de rabattement, une meilleure diffusion des effets de proximité que ce n'est le cas des stations de TSR (SLR et métro), concentrées le long du parcours principal. Cette flexibilité se traduit par une réduction des externalités négatives autour des stations qui sont à distance de marche des résidences desservies. Cela dit, les effets de proximité d'une extension au réseau de TC affectent non seulement le marché immobilier autour des nouvelles stations, mais plus globalement l'ensemble des secteurs avoisinant les corridors dans la mesure où ces secteurs bénéficient désormais d'une meilleure accessibilité aux pôles d'emploi et de services régionaux. L'intermodalité d'un réseau de TC, via notamment les stations de correspondance, jouent à cet égard un rôle crucial.

Les phases de réalisation d'un réseau affectent sensiblement l'ampleur et la direction des effets de proximité des stations. En ce qui a trait aux effets d'anticipation, le marché réagit plus fortement à l'implantation d'un TSR (i.e., immédiatement après l'annonce du projet), qu'à celle d'un réseau d'autobus dont l'effet de proximité optimal n'est atteint qu'après un délai d'exploitation d'environ 3 ans. Dans pratiquement toutes les études consultées, les primes de proximité se manifestent

après l'annonce du projet et au moment de la mise en service du réseau alors que la phase de construction se traduit généralement par des rabais de prix en raison des externalités négatives qui en découlent, mais qui ont tendance à s'atténuer progressivement suite à la mise en service du réseau. Après environ sept ans d'exploitation, les primes de proximité tendent à se stabiliser, le réseau ayant atteint sa maturité. Par ailleurs, le contexte économique affecte les effets de proximité sur toute la durée de vie du projet, plus particulièrement dans les phases embryonnaires où le degré d'incertitude est le plus élevé.

La prise en compte dans les analyses des effets de substitution entre les différents modes de transport tend à réduire l'ampleur des effets de proximité liés aux TC. C'est le cas en particulier de l'accès au réseau routier, l'automobile étant le principal concurrent du TC. La configuration et la qualité des réseaux de TC sur un même territoire de desserte peuvent aussi engendrer des effets de substitution et/ou de complémentarité, en favorisant par exemple les systèmes les plus modernes et les mieux adaptés aux besoins et aux préférences des clientèles desservies.

Si les gains d'accessibilité à l'emploi ressortent comme les principaux déterminants des effets de proximité, d'autres facteurs, tels l'accessibilité aux services (e.g. éducation, santé), aux commerces et aux aménités urbaines (e.g. espaces verts, environnements naturels, plans d'eau, etc.), affectent également la direction et l'ampleur des primes de proximité, tout comme la forme urbaine : ainsi, une structure urbaine polynucléaire (centres-villes multiples) se traduira par une dilution des primes de proximité contrairement à ce que l'on observe avec une structure traditionnellement monocentrique (modèle de Alonso-Muth-Mills).

Additionnellement, l'offre de destinations du réseau doit être suffisamment étendue pour assurer des gains d'accessibilité régionaux aux utilisateurs. Ces gains d'accessibilité – et, partant, les effets de proximités –, augmentent notamment avec le niveau d'urbanisation et la densité d'occupation de la ville, à la condition toutefois d'adapter le réseau en fonction de l'évolution de la demande des usagers. Lorsque la zone de desserte est trop restreinte, la rente de localisation différentielle en est sévèrement affectée. Il en est de même d'une conjoncture économique adverse, bien qu'un investissement en TC structurant puisse aussi contribuer positivement à soutenir la résilience des marchés immobiliers. Cette dynamique est d'autant plus applicable à la fonction commerciale qui affiche une sensibilité accrue à la conjoncture économique en raison de ses risques d'exploitation et financiers plus élevés. La qualité, en particulier la fréquence du service, qui doit croître avec la longueur des trajets à effectuer, constitue un autre déterminant majeur de l'achalandage d'un réseau de TC, comme en font foi les études portant sur les trains de banlieue. Si une fréquence accrue implique un coût de service par usager plus élevé, elle confère des bénéfices agrégés qui surpassent généralement les frais additionnels (e.g. Rive-Sud de Montréal).

La prime de proximité des stations varie également selon le type de clientèle et son profil de préférences. Le secteur résidentiel réagit généralement mieux à la proximité des stations plus éloignées du QCA en raison de gains d'accessibilité (réduction des temps de déplacement) plus substantiels. À l'intérieur de la fonction résidentielle, les immeubles de moyenne et forte densités (maisons mitoyennes, tours d'habitation et condos) attirent une clientèle plus tolérante aux externalités négatives engendrées par les TC (e.g., bruits, vibrations, circulation accrue, pollution) que ce n'est le cas du segment unifamilial, plus réfractaire à l'arrivée d'une station susceptible de

perturber le mode de vie des résidents locaux. Cette sensibilité augmente avec l'âge du parc immobilier, un parc mature impliquant des normes urbanistiques bien ancrées et moins facilement adaptables aux exigences d'un réseau de transport collectif. Si cette sensibilité n'est pas irréversible, elle risque toutefois, à court terme, de retarder l'actualisation dans les prix des bénéfices de proximité attendus. Le secteur commercial réagit quant à lui positivement à l'implantation d'un réseau de TC qui génère une hausse de l'achalandage piétonnier, d'où une prime de proximité plus importante dans le voisinage immédiat des stations, notamment celles du centre-ville. Dans tous les cas, le développement de projets immobiliers intégrés (DOTC) autour des nœuds de TC contribue significativement à consolider les rentes de localisation différentielles. Il convient donc, dès l'annonce officielle d'un projet de TC, d'ajuster le plus tôt possible la réglementation du zonage et les normes urbanistiques en fonction du profil de préférence des clientèles desservies (e.g. faible vs forte densité résidentielle, fonction résidentielle vs commerciale, aménagements piétonniers, stationnement incitatif) de façon à maximiser les retombées positives et à minimiser les externalités négatives (pollution sonore et visuelle, congestion, difficulté de circulation piétonne) tout en allouant aux agents économiques le temps nécessaire pour s'adapter aux nouvelles conditions de marché.

Pour ce qui est du métro, le type de station influe sensiblement sur l'ampleur et la direction des effets de proximité. D'une façon générale, les stations surélevées sont celles qui génèrent le plus d'externalités négatives, notamment parce qu'elles limitent substantiellement le potentiel de droits aériens et constituent une nuisance visuelle et sonore (vibrations) pour les occupants des immeubles en hauteur avoisinants. Elles compliquent également la circulation piétonne et l'accès aux commerces dans le voisinage des stations. Par ailleurs, les primes de proximité associées aux stations souterraines excèdent, et de façon substantielle, celles que génèrent les stations en surface. On peut donc en conclure que, pour les deux modes de transport collectif considérés (i.e., métro et métro léger), le niveau d'élévation du réseau exerce une influence significative sur l'ampleur – et la direction – des effets de proximité, comme le suggèrent plusieurs études qui procèdent à une analyse comparative des deux types de structures. Si le coût d'un réseau souterrain est sensiblement plus élevé que celui d'un réseau surélevé, la réduction des externalités négatives qui en découle compense, en partie du moins, cet écart de coût. Bien que plusieurs stratégies d'aménagement puissent être envisagées pour réduire l'ampleur de ces inconvénients, il demeure pertinent, à l'étape de planification des projets, d'envisager une analyse coût-bénéfice selon le niveau d'élévation du réseau et des stations.

Enfin, la sophistication des méthodes d'estimation des effets de proximité utilisées par les chercheurs depuis le début des années 2000 se traduit par des primes de proximité des stations dans l'ensemble significatives, mais plus conservatrices que ce que suggèrent les études antérieures. Une meilleure prise en compte des caractéristiques de voisinage, notamment suite au développement des modèles spatiaux et spatio-temporels, permet de mieux capter les spécificités propres aux divers contextes dans lequel s'inscrivent les recherches, d'où une interprétation plus nuancée de leurs résultats. Cela dit, on fait également état d'un potentiel biais de publication favorisant les résultats significatifs, peu d'études retenant l'hypothèse d'effets de proximité non significatifs. Comme c'est le cas de toute démarche scientifique, les résultats présentés dans cette revue de littérature doivent être interprétés avec une certaine réserve et les estimations considérées comme des ordres de grandeur des effets de proximité.

En conclusion, on retiendra de cet exercice d'analyse et de synthèse qu'un investissement en TC doit être perçu comme un projet global et intégré dont le succès implique la réussite de chacune de ses étapes de réalisation. Si tel n'est pas le cas, « l'effet domino » cesse d'opérer et ses retombées économiques sont remises en cause. Or, les effets néfastes liés à l'échec d'une phase donnée du projet agissent à retardement et avec beaucoup de latence : si la probabilité d'échec de chaque composante apparaît faible à prime abord, la probabilité d'un échec global augmente avec le nombre d'étapes requises. Ce constat, bien documenté dans la littérature (cf. Tversky et Kahneman, 1974), nous amène à considérer le risque systémique d'un investissement en TC comme étant la somme d'une suite d'opérations considérées à tort comme étant plus ou moins indépendantes les unes des autres. Cette erreur de gestion est fréquente et bien illustrée dans le cas du SLR de Norfolk aux États-Unis qui, initialement, devait rejoindre la ville voisine de Virginia Beach dont les citoyens ont refusé l'investissement. À priori, le projet était considéré comme viable compte tenu des effets de synergie potentiels intéressants. Après cinq ans d'exploitation toutefois, et en l'absence d'un réseau interconnecté, le système enregistrait des performances décevantes. Pour cette raison, il apparaît fondamental d'envisager la planification d'un système de TC dans sa globalité.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AGOSTINI, Claudio A. et PALMUCCI, Gastón A. The anticipated capitalisation effect of a new metro line on housing prices. *Fiscal studies*, 2008, vol. 29, no 2, p. 233-256.
- AHLFELDT, Gabriel M., NITSCH, Volker, et WENDLAND, Nicolai. Ease vs. noise: On the conflicting effects of transportation infrastructure. *CESifo Working Paper Series No. 6058*, 2016, 36 pages.
- AHLFELDT, Gabriel. If Alonso was right: modeling accessibility and explaining the residential land gradient. *Journal of Regional Science*, 2011, vol. 51, no 2, p. 318-338.
- AHLFELDT, Gabriel M. If we build it, will they pay? Predicting property price effects of transport innovations. *Environment and Planning A*, 2013, vol. 45, no 8, p. 1977-1994.
- ALONSO, William. Location and land use. Toward a general theory of land rent. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1964, 204 pages.
- APTA. PUBLIC TRANSPORTATION RIDERSHIP REPORT First Quarter 2020, 2020. Rapport gouvernemental. <https://www.apta.com/wp-content/uploads/2020-Q1-Ridership-APTA.pdf>, 36 pages.
- ARMSTRONG, Robert J. et RODRIGUEZ, Daniel A. An evaluation of the accessibility benefits of commuter rail in eastern Massachusetts using spatial hedonic price functions. *Transportation*, 2006, vol. 33, no 1, p. 21-43.
- ATKINSON-PALOMBO, Carol. Comparing the capitalisation benefits of light-rail transit and overlay zoning for single-family houses and condos by neighbourhood type in metropolitan Phoenix, Arizona. *Urban studies*, 2010, vol. 47, no 11, p. 2409-2426.
- AU, Yat Ping. *Analysis of residential property value before and after the opening of the SkyTrain Millennium Line*. 2007. Master's thesis. University of Hong Kong : Arts and Social Sciences, Urban Studies Program, 103 pages.
- BAE, Chang-Hee Christine, JUN, Myung-Jin, et PARK, Hyeon. The impact of Seoul's subway Line 5 on residential property values. *Transport policy*, 2003, vol. 10, no 2, p. 85-94.
- BAJIC, Vladimir. The effects of a new subway line on housing prices in metropolitan Toronto. *Urban studies*, 1983, vol. 20, no 2, p. 147-158.
- CELIK, H. Murat et YANKAYA, Ugur. The impact of rail transit investment on the residential property values in developing countries. *Property management*, 2006, vol. 24, no 4, p. 369-382.
- BILLINGS, Stephen B. Estimating the value of a new transit option. *Regional Science and Urban Economics*, 2011, vol. 41, no 6, p. 525-536.
- BOUCQ, Elise et PAPON, Francis. Assessment of the real estate benefits due to accessibility gains brought by a transport project: the impacts of a light rail infrastructure improvement in the Hauts-de-Seine department. *European Transport*, 2008, no 40, p. 51-68.
- BOX, George EP et COX, David R. An analysis of transformations. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 1964, vol. 26, no 2, p. 211-243.
- BRANDT, Sebastian et MAENNIG, Wolfgang. The impact of rail access on condominium prices in Hamburg. *Transportation*, 2012, vol. 39, no 5, p. 997-1017.
- BUDIAKIVSKA, Valeriia et CASOLARO, Luca. Please in my back yard: the private and public benefits of a new tram line in Florence. *Bank of Italy Temi di Discussione (Working Paper) No*, 2018, no 1161, 49 pages.
- BULTEAU, Julie, FEUILLET, Thierry, et LE BOENNEC, Rémy. Spatial Heterogeneity of Sustainable Transportation Offer Values: A Comparative Analysis of Nantes Urban and Periurban/Rural Areas (France). *Urban Science*, 2018, vol. 2, no 1, 18 pages.

- CELIK, H. Murat et YANKAYA, Ugur. The impact of rail transit investment on the residential property values in developing countries. *Property management*, 2006, vol. 24, no 4, p. 369-382.
- CERVERO, Robert. Effects of light and commuter rail transit on land prices: Experiences in San Diego County. *Journal of the Transportation Research Forum*, Transportation Research Forum, 2004, vol. 43(1), pages 1-19.
- CERVERO, Robert et DUNCAN, Michael. Transit's value-added effects: Light and commuter rail services and commercial land values. *Transportation Research Record*, 2002, vol. 1805, no 1, p. 8-15.
- CERVERO, Robert et KANG, Chang Deok. Bus rapid transit impacts on land uses and land values in Seoul, Korea. *Transport Policy*, 2011, vol. 18, no 1, p. 102-116.
- CHALERMPONG, Saksith. Rail transit and residential land use in developing countries: hedonic study of residential property prices in Bangkok, Thailand. *Transportation Research Record*, 2007, vol. 2038, no 1, p. 111-119.
- CHATMAN, Daniel G., TULACH, Nicholas K., et KIM, Kyeongsu. Evaluating the economic impacts of light rail by measuring home appreciation: A first look at New Jersey's River Line. *Urban studies*, 2012, vol. 49, no 3, p. 467-487.
- CLOWER, Terry L. et WEINSTEIN, Bernard L. The impact of Dallas (Texas) area rapid transit light rail stations on taxable property valuations. *The Australasian Journal of Regional Studies*, 2002, vol. 8, no 3, p. 389-400.
- DAI, Xuezhen, BAI, Xin, et XU, Min. The influence of Beijing rail transfer stations on surrounding housing prices. *Habitat International*, 2016, vol. 55, p. 79-88.
- DAMM, David, LERMAN, Steven R., LERNER-LAM, Eva, et YOUNG, Jeffrey.. Response of urban real estate values in anticipation of the Washington Metro. *Journal of Transport Economics and Policy*, 1980, vol. 14, no 3, p. 315-336.
- DEBREZION, Ghebreegziabiher, PELS, Eric, et RIETVELD, Piet. The impact of railway stations on residential and commercial property value: a meta-analysis. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 2007, vol. 35, no 2, p. 161-180.
- DEBREZION, Ghebreegziabiher, PELS, Eric, et RIETVELD, Piet. The impact of rail transport on real estate prices: an empirical analysis of the Dutch housing market. *Urban Studies*, 2011, vol. 48, no 5, p. 997-1015.
- DES ROSIERS, Francois, THÉRIAULT, Marius, VOISIN, Marion, et DUBÉ, Jean. Does an improved urban bus service affect house values?. *International Journal of Sustainable Transportation*, 2010, vol. 4, no 6, p. 321-346.
- DEVAUX, Nicolas, DUBÉ, Jean, et APPARICIO, Philippe. Anticipation and post-construction impact of a metro extension on residential values: The case of Laval (Canada), 1995–2013. *Journal of Transport Geography*, 2017, vol. 62, p. 8-19.
- DEWEES, Donald N. The effect of a subway on residential property values in Toronto. *Journal of Urban Economics*, 1976, vol. 3, no 4, p. 357-369.
- DU, Hongbo et MULLEY, Corinne. The short-term land value impacts of urban rail transit: Quantitative evidence from Sunderland, UK. *Land Use Policy*, 2007, vol. 24, no 1, p. 223-233.
- DU, Hongbo et MULLEY, Corinne. Understanding spatial variations in the impact of accessibility on land value using geographically weighted regression. *Journal of Transport and Land Use*, 2012, vol. 5, no 2, p. 46-59.
- DUBÉ, Jean, DES ROSIERS, François, THÉRIAULT, Marius et DIB, Patricia. Economic impact of a supply change in mass transit in urban areas: a Canadian example. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2011, vol. 45, no 1, p. 46-62.

- DUBÉ, Jean, LEGROS, Diègo, et DEVAUX, Nicolas. From bus to tramway: Is there an economic impact of substituting a rapid mass transit system? An empirical investigation accounting for anticipation effect. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2018, vol. 110, p. 73-87.
- DUBÉ, Jean, LEGROS, Diègo, THÉRIAULT, Marius, et DES ROSIERS, François. A spatial Difference-in-Differences estimator to evaluate the effect of change in public mass transit systems on house prices. *Transportation Research Part B: Methodological*, 2014, vol. 64, p. 24-40.
- DUBÉ, Jean, THÉRIAULT, Marius, et DES ROSIERS, François. Commuter rail accessibility and house values: The case of the Montreal South Shore, Canada, 1992–2009. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2013, vol. 54, p. 49-66.
- DUNCAN, Michael. The impact of transit-oriented development on housing prices in San Diego, CA. *Urban studies*, 2011, vol. 48, no 1, p. 101-127.
- EFTEKHARI, Jasmine. *The Effects of Urban Rail Rapid Transit Station Types on Housing Prices in Toronto and Vancouver, Canada*. 2018. Mémoire de maîtrise. Université Concordia, Département de géographie, planification et environnement, 136 pages.
- EFTHYMIU, Dimitrios et ANTONIOU, Constantinos. Investigating the impact of recession on transportation cost capitalization: a spatial analysis. *Journal of Transport Geography*, 2015, vol. 42, p. 1-9.
- EFTHYMIU, Dimitrios et ANTONIOU, Constantinos. Measuring the effects of transportation infrastructure location on real estate prices and rents: investigating the current impact of a planned metro line. *EURO Journal on Transportation and Logistics*, 2014, vol. 3, no 3-4, p. 179-204.
- FICKLING, Robert, O'BRIEN, David, et MACDONALD, Mott. ESTIMATING THE LAND VALUE UPLIFTS RESULTING FROM RAPID TRANSIT—A STATED PREFERENCE APPROACH. *Association for European Transport*, 2009, p. 1-18.
- FLYTOGET AS. "About Flytoget, the Airport Express Train". Archivé de the original le 2007-11-17. URL : <https://web.archive.org/web/20071117030413/http://www.flytoget.no/eng/About-Flytoget>. Récupéré le 23-09-2020.
- FLYVBJERG, Bent, BRUZELIUS, Nils, et VAN WEE, Bert. Comparison of capital costs per route-kilometre in urban rail. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 2008, vol. 8, no. 1, p.17-30.
- FOROUHAR, Amir. Estimating the impact of metro rail stations on residential property values: evidence from Tehran. *Public Transport*, 2016, vol. 8, no 3, p. 427-451.
- FRITSCH, Bernard. Tramway et prix des logements à Nantes. *L'Espace géographique*, 2007, vol. 36, no 2, p. 97-113.
- GADZIŃSKI, Jędrzej et RADZIMSKI, Adam. The first rapid tram line in Poland: How has it affected travel behaviours, housing choices and satisfaction, and apartment prices?. *Journal of Transport Geography*, 2016, vol. 54, p. 451-463.
- GALLO, Mariano. The impact of urban transit systems on property values: A model and some evidences from the city of Naples. *Journal of Advanced Transportation*, 2018, vol. 2018, 22 pages.
- GATZLAFF, Dean H. et SMITH, Marc T. The impact of the Miami Metrorail on the value of residences near station locations. *Land Economics*, 1993, vol. 69, no 1, p. 54-66.
- GE, Xin Janet, MACDONALD, Heather, et GHOSH, Sumita. Assessing the impact of rail investment on housing prices in north-west Sydney. In : *Pacific Rim Real Estate Conference*. PRRES, 2012, 28 pages.

- GIBBONS, Stephen et MACHIN, Stephen. Valuing rail access using transport innovations. *Journal of urban Economics*, 2005, vol. 57, no 1, p. 148-169.
- GOLUB, Aaron, GUHATHAKURTA, Subhrajit, et SOLLAPURAM, Bharath. Spatial and temporal capitalization effects of light rail in Phoenix: From conception, planning, and construction to operation. *Journal of Planning Education and Research*, 2012, vol. 32, no 4, p. 415-429.
- GUPTA, Arpit, VAN NIEUWERBURGH, Stijn, et KONTOKOSTA, Constantine E. Take the Q Train: Value Capture of Public Infrastructure Projects. *NBER Working Paper*, 2020, no w26789, 45 pages.
- HAIDER, Murtaza et MILLER, Eric J. Effects of Transportation Infrastructure and Location on Residential Real Estate Values - Application of Spatial Autoregressive Techniques. *Transportation Research Record*, 2000, vol. 1722, no 1, p. 1-8.
- HAMIDI, Shima, KITTRELL, Katherine, et EWING, Reid. Value of transit as reflected in US single-family home premiums: A meta-analysis. *Transportation Research Record*, 2016, vol. 2543, no 1, p. 108-115.
- HENNEBERRY, John. Transport investment and house prices. *Journal of Property Valuation and Investment*, 1998, vol. 16, no 2, p. 144-158.
- HESS, Daniel Baldwin et ALMEIDA, Tangerine Maria. Impact of proximity to light rail rapid transit on station-area property values in Buffalo, New York. *Urban studies*, 2007, vol. 44, no 5-6, p. 1041-1068.
- HEWITT, Christopher M. et HEWITT, W. E. The effect of proximity to urban rail on housing prices in Ottawa. *Journal of Public Transportation*, 2012, vol. 15, no 4, p. 43-65.
- HIGGINS, David M., REZAEI, Alireza, et WOOD, Peter. The value of a tram station on local house prices: an hedonic modelling approach. *Pacific Rim Property Research Journal*, 2019, vol. 25, no 3, p. 217-227.
- IBEAS, Ángel, CORDERA, Ruben, DELL'OLIO, Luigi, COPPOLA, Pierluigi, et DOMINGUEZ, Alberto. Modelling transport and real-estate values interactions in urban systems. *Journal of Transport Geography*, 2012, vol. 24, p. 370-382.
- IM, Junhong et HONG, Sung Hyo. Impact of a new subway line on housing values in Daegu, Korea: Distance from existing lines. *Urban Studies*, 2018, vol. 55, no 15, p. 3318-3335.
- JAYANTHA, Wadu Mesthrige, LAM, Tsun Ip, et CHONG, Mei Lai. The impact of anticipated transport improvement on property prices: A case study in Hong Kong. *Habitat international*, 2015, vol. 49, p. 148-156.
- JEONG, Jihoon, Impact of new subway line on nearby housing price: Moderating effect of network centrality. Master's Thesis, Department of Urban and Environmental Engineering, Graduate School of UNIST, 2018, 40 pages.
- JOHNSON, David R. et NICHOLAS, Joseline. Light Rail Transit and Property Values in Kitchener–Waterloo. *Canadian Public Policy*, 2019, vol. 45, no 1, p. 32-47.
- KANG, Chang-Deok. Spatial Access to Metro Transit Villages and Housing Prices in Seoul, Korea. *Journal of Urban Planning and Development*, 2019, vol. 145, no 3, p. 05019010-1 – p.05019010-12.
- KE, Yue et GKRTIZA, Konstantina. Light rail transit and housing markets in Charlotte-Mecklenburg County, North Carolina: Announcement and operations effects using quasi-experimental methods. *Journal of Transport Geography*, 2019, vol. 76, p. 212-220.
- KEARNEY, Melissa S., HERSHBEIN, Brad, NANTZ, Greg. Racing Ahead or Falling Behind? Six Economic Facts about Transportation Infrastructure in the United States. *Brookings Institution Report*, 8 mai 2015, Page web: <https://www.brookings.edu/research/racing-ahead-or-falling-behind-6-economic-facts-about-transportation-infrastructure-in-the-united-states/> .

- KIM, Kyeongsu et LAHR, Michael L. The impact of Hudson-Bergen Light Rail on residential property appreciation. *Papers in Regional Science*, 2014, vol. 93, p. S79-S97.
- KNAAP, Gerrit J., DING, Chengr., et HOPKINS, Lewis D. Do plans matter? The effects of light rail plans on land values in station areas. *Journal of Planning Education and Research*, 2001, vol. 21, no 1, p. 32-39.
- KNOWLES, Richard D. et FERBRACHE, Fiona. Evaluation of wider economic impacts of light rail investment on cities. *Journal of Transport Geography*, 2016, vol. 54, p. 430-439.
- KO, Kate et CAO, Xinyu Jason. Impacts of the Hiawatha light rail line on commercial and industrial property values in Minneapolis. Publié par *Center for Transportation Studies*, 2010. Université du Minnesota, États-Unis, 38 pages.
- LAAKSO, Seppo. Public transport investment and residential property values in Helsinki. *Scandinavian Housing and Planning Research*, 1992, vol. 9, no 4, p. 217-229.
- LÁZNIČKA, Jan. *Impact of metro station proximity on apartment value in Prague*, Thèse de premier cycle, 2016, Université Karlova, République tchèque, 54 pages.
- LEE, Chang-Moo, RYU, Kang-Min, CHOI, Keechoo, et KIM, Jin Yoo. The dynamic effects of subway network expansion on housing rental prices using a repeat sales model. *International Journal of Urban Sciences*, 2018, vol. 22, no 4, p. 529-545.
- LEE, Jaewoo et SOHN, Keemin. Identifying the impact on land prices of replacing at-grade or elevated railways with underground subways in the Seoul metropolitan area. *Urban Studies*, 2014, vol. 51, no 1, p. 44-62.
- LEVINSON, Herbert S., ZIMMERMAN, Samuel, CLINGER, Jennifer et RUTHERFORD, G. Scott. Bus rapid transit: An overview. *Journal of Public Transportation*, 2002, vol. 5, no 2, p. 1-30.
- LIN, Jen-Jia et YANG, Shu-Han. Proximity to metro stations and commercial gentrification. *Transport Policy*, 2019, vol. 77, p. 79-89.
- LIU, Fen-may, YANG, Shih-Yu, CHEN, Borliang, et HSIEH, Wan-Ping. The effects of mass rapid transit station on the house prices in Taipei: The hierarchical linear model of individual growth. *Pacific Rim Property Research Journal*, 2016, vol. 22, no 1, p. 3-16.
- LOOMIS, John, SANTIAGO, Luis, et DE JESUS, Yoanna Lopez. Effects of construction and operation phases on residential property prices of the Caribbean's first modern rail transit system. *Urban Public Economics Review*, 2012, no 17, p. 56-77.
- MAYOR, Karen, LYONS, Seán, DUFFY, David, et TOL, Richard S.J. A hedonic analysis of the value of rail transport in the Greater Dublin area. *Journal of Transport Economics and Policy (JTEP)*, 2012, vol. 46, no 2, p. 239-261.
- MCMILLEN, Daniel P. et MCDONALD, John. Reaction of house prices to a new rapid transit line: Chicago's midway line, 1983–1999. *Real Estate Economics*, 2004, vol. 32, no 3, p. 463-486.
- MEJIA-DORANTES, Lucia et HEDDEBAUT, Odile. Land value appraisal in an area with a future tramway project in Lille, France. 10th Transport Engineering Conference “Innovative and sustainable Transportation for the 21st Century”, *Congresso de Ingenieria del Transporte (CIT)*, 2012, Espagne. 11 pages.
- MILLS, Edwin S. An aggregative model of resource allocation in a metropolitan area. *The American Economic Review*, 1967, vol. 57, no 2, p. 197-210.
- MILLS, Edwin S. *Studies in the Structure of the Urban Economy*, 1972, *Presses universitaires Johns Hopkins*, Baltimore, Maryland.
- MITCHELL, Stephen R., VICKERS, Anthony JM, et THURSTAIN-GOODWIN, M. The Impact of the Jubilee Line Extension of the London Underground Rail Network on Land Values. *Lincoln Institute of Land Policy*, 2003, 45 pages.

- MOHAMMAD, Sara I., GRAHAM, Daniel J., et MELO, Patricia C. The effect of the Dubai Metro on the value of residential and commercial properties. *Journal of Transport and Land Use*, 2017, vol. 10, no 1, p. 263-290.
- MOHAMMAD, Sara I., GRAHAM, Daniel J., MELO, Patricia C., et ANDERSON, Richard J. A meta-analysis of the impact of rail projects on land and property values. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2013, vol. 50, p. 158-170.
- MULLEY, Corinne. Accessibility and residential land value uplift: Identifying spatial variations in the accessibility impacts of a bus transitway. *Urban Studies*, 2014, vol. 51, no 8, p. 1707-1724.
- MULLEY, Corinne, MA, Liang, CLIFTON, Geoffrey, YEN, Barbara et BURKE, Matthew. Residential property value impacts of proximity to transport infrastructure: An investigation of bus rapid transit and heavy rail networks in Brisbane, Australia. *Journal of Transport Geography*, 2016, vol. 54, p. 41-52.
- MULLEY, Corinne et TSAI, Chi-Hong. Impact of bus rapid transit on housing price and accessibility changes in Sydney: A repeat sales approach. *International Journal of Sustainable Transportation*, 2017, vol. 11, no 1, p. 3-10.
- MULLEY, Corinne et TSAI, Chi-Hong Patrick. When and how much does new transport infrastructure add to property values? Evidence from the bus rapid transit system in Sydney, Australia. *Transport Policy*, 2016, vol. 51, p. 15-23.
- MULLEY, Corinne, TSAI, Chi-Hong Patrick, et MA, Liang. Does residential property price benefit from light rail in Sydney? *Research in Transportation Economics*, 2018, vol. 67, p. 3-10.
- MULLINS III, James A., WASHINGTON, Earl J., et STOKES, Robert W. Land use impacts of the Houston transitway system. *Transportation Research Record*, 1989, no 1237, p.29-38.
- MUNOZ-RASKIN, Ramon. Walking accessibility to bus rapid transit: Does it affect property values? The case of Bogotá, Colombia. *Transport Policy*, 2010, vol. 17, no 2, p. 72-84.
- MURRAY, Cameron K. Light rail, land values and taxes. *Economic Record*, 2017, vol. 93, no 302, p. 448-464.
- MUTH, Richard F. Cities and Housing: The Spatial Pattern of Urban Residential Land Use, 1969, *Presses de l'Université de Chicago*, Chicago, Illinois, 355 pages.
- NELSON, Jon P. Meta-analysis of airport noise and hedonic property values. *Journal of Transport Economics and Policy (JTEP)*, 2004, vol. 38, no 1, p. 1-27.
- NORTHALL, Stuart et MACDONALD, Mott. Improving the political case for transport investment: an ex-post evaluation of the external economic benefits of the Nottingham Express Transit SLR Scheme. *Mott MacDonald TPS Bursary Paper*, 2014, 22 pages.
- PAN, Qisheng. The impacts of an urban light rail system on residential property values: a case study of the Houston METRORail transit line. *Transportation Planning and Technology*, 2013, vol. 36, no 2, p. 145-169.
- PAN, Qisheng. The impacts of light rail on residential property values in a non-zoning city. *Journal of Transport and Land Use*, 2019, vol. 12, no 1, p. 241-264.
- PAPON, Francis, NGUYEN-LUONG, Dany, et BOUCQ, Elise. Should any new light rail line provide real estate gains, or not? The case of the T3 line in Paris. *Research in Transportation Economics*, 2015, vol. 49, p. 43-54.
- PERK, Victoria, BOVINO, Steven, CATALÁ, Martin, READER, Steven et ULLOA, Steven. Silver Line bus rapid transit in Boston, Massachusetts: Impacts on sale prices of condominiums along Washington Street. *Transportation research record*, 2013, vol. 2350, no 1, p. 72-79.
- PERK, Victoria, MUGHARBEL, Melissa, et CATALÁ, Martin. Impacts of bus rapid transit stations on surrounding single-family home values: Study of East Busway in Pittsburgh, Pennsylvania. *Transportation Research Record*, 2010, vol. 2144, no 1, p. 72-79.

- PILGRAM, Clemens A. et WEST, Sarah E. Fading premiums: The effect of light rail on residential property values in Minneapolis, Minnesota. *Regional Science and Urban Economics*, 2018, vol. 69, p. 1-10.
- PORTNOV, Boris, GENKIN, Bella, et BARZILAY, Boaz. Investigating the effect of train proximity on apartment prices: Haifa, Israel as a case study. *Journal of Real Estate Research*, 2009, vol. 31, no 4, p. 371-395.
- RODRÍGUEZ, Daniel A. et TARGA, Felipe. Value of accessibility to Bogotá's bus rapid transit system. *Transport Reviews*, 2004, vol. 24, no 5, p. 587-610.
- RODRÍGUEZ, Daniel A. et MOJICA, Carlos H. Capitalization of SRB network expansions effects into prices of non-expansion areas. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2009, vol. 43, no 5, p. 560-571.
- ROSEN, Sherwin. Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition. *Journal of political economy*, 1974, vol. 82, no 1, p. 34-55.
- RYAN, Sherry. Property values and transportation facilities: finding the transportation-land use connection. *Journal of planning literature*, 1999, vol. 13, no 4, p. 412-427.
- SHEN, Qing, XU, Simin, et LIN, Jiang. Effects of bus transit-oriented development (BDOTC) on single-family property value in Seattle metropolitan area. *Urban Studies*, 2018, vol. 55, no 13, p. 2960-2979.
- SHYR, Oliver, ANDERSSON, David Emanuel, WANG, Jamie, HUANG, Taiwei, et LIU, Olivia. Where do homebuyers pay most for relative transit accessibility? Hong Kong, Taipei and Kaohsiung compared. *Urban Studies*, 2013, vol. 50, no 12, p. 2553-2568.
- SO, Helen M., TSE, Raymond YC, et GANESAN, Sivaguru. Estimating the influence of transport on house prices: evidence from Hong Kong. *Journal of Property Valuation and Investment*, 1997, vol. 15, no 1, p.40-47.
- SONG, Zhe, CAO, Mengqiu, HAN, Tingting, et al. Public transport accessibility and housing value uplift: Evidence from the Docklands light railway in London. *Case Studies on Transport Policy*, 2019, vol. 7, no 3, p. 607-616.
- STRAND, Jon et VÅGNES, Mette. The relationship between property values and railroad proximity: a study based on hedonic prices and real estate brokers' appraisals. *Transportation*, 2001, vol. 28, no 2, p. 137-156.
- SUN, Hui, WANG, Yuning, et LI, Qingbo. The impact of subway lines on residential property values in Tianjin: An empirical study based on hedonic pricing model. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2016, vol. 2016.
- SUN, Weizeng, ZHENG, Siqi, et WANG, Rui. The capitalization of subway access in home value: A repeat-rentals model with supply constraints in Beijing. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2015, vol. 80, p. 104-115.
- SWEET, Matthias N., BULLIVANT, Bronson, et KANAROGLOU, Pavlos S. Are major canadian city-regions monocentric, polycentric, or dispersed? *Urban Geography*, 2017, vol. 38, no 3, p. 445-471.
- TAN, Ronghui, HE, Qingsong, ZHOU, Kehao, et XIE, Peng. The effect of new metro stations on local land use and housing prices: The case of Wuhan, China. *Journal of Transport Geography*, 2019, vol. 79, p. 102488.
- TOPALOVIC, P., CARTER, J., TOPALOVIC, M, et KRANTZBERG, G. Light rail transit in Hamilton: Health, environmental and economic impact analysis. *Social Indicators Research*, 2012, vol. 108, no 2, p. 329-350.
- TORZEWSKI, Marcin. Public transport accessibility and the prices of nearby properties: the case of the first metro line in Warsaw. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 2020, vol. 20, no 2, p. 41-59.

- TROJANEK, Radoslaw et GLUSZAK, Michal. Spatial and time effect of subway on property prices. *Journal of Housing and the Built Environment*, 2018, vol. 33, no 2, p. 359-384.
- TVERSKY, Amos et KAHNEMAN, Daniel. Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. *Science*, 1974, vol. 185, no 4157, p. 1124-1131.
- WAGNER, Gary A., KOMAREK, Timothy, et MARTIN, Julia. Is the light rail "Tide" lifting property values? Evidence from Hampton Roads, VA. *Regional Science and Urban Economics*, 2017, vol. 65, p. 25-37.
- WANG, Lin. Impact of urban rapid transit on residential property values: An empirical analysis of the shanghai housing market. *Chinese Economy*, 2010, vol. 43, no 2, p. 33-52.
- WANG, Yiming, POTOGLU, Dimitris, ORFORD, Scott, et GONG, Yi. Bus stop, property price and land value tax: A multilevel hedonic analysis with quantile calibration. *Land Use Policy*, 2015, vol. 42, p. 381-391.
- WELCH, Timothy F., GEHRKE, Steven R., et FARBER, Steven. Rail station access and housing market resilience: Case studies of Atlanta, Baltimore and Portland. *Urban Studies*, 2018, vol. 55, no 16, p. 3615-3630.
- WELCH, Timothy F., GEHRKE, Steven R., et WANG, Fangru. Long-term impact of network access to bike facilities and public transit stations on housing sales prices in Portland, Oregon. *Journal of Transport Geography*, 2016, vol. 54, p. 264-272.
- WEN, Haizhen, GUI, Zaiyuan, TIAN, Chuanhao, XIAO, Yue, et FANG, Li. Subway opening, traffic accessibility, and housing prices: a quantile hedonic analysis in Hangzhou, China. *Sustainability*, 2018, vol. 10, no 7, 23 pages.
- XU, Tao, ZHANG, Ming, et ADITJANDRA, Paulus T. The impact of urban rail transit on commercial property value: New evidence from Wuhan, China. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2016, vol. 91, p. 223-235.
- YAN, Sisi, DELMELLE, Eric, et DUNCAN, Michael. The impact of a new light rail system on single-family property values in Charlotte, North Carolina. *Journal of Transport and Land Use*, 2012, vol. 5, no 2, p. 60-67.
- YU, Haitao, PANG, Hao, et ZHANG, Ming. Value-added effects of transit-oriented development: The impact of urban rail on commercial property values with consideration of spatial heterogeneity. *Papers in Regional Science*, 2018, vol. 97, no 4, p. 1375-1396.
- ZHANG, Min et LIU, Yan. An exploratory analysis of Bus Rapid Transit on property values: A case study of Brisbane's South East Busway. Dans : *State of Australian Cities National Conference*. State of Australian Cities Research Network, 2015, 13 pages.
- ZHANG, Xiao-song, HU, Zhi-hui, et YE, Xia-fei. Study of impact of urban rail transit development on surrounding areas. *Tongji Daxue Xuebao/Journal of Tongji University(Natural Science)(China)*, 2005, vol. 33, no 8, p. 1118-1121.
- ZHOU, Zhengyi, CHEN, Hong, HAN, Lu, et ZHANG, Anming. The effect of a subway on house prices: Evidence from Shanghai. *Real Estate Economics*, <https://doi.org/10.1111/1540-6229.12275>.

ANNEXE I : LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

Abréviation	Terminologie anglaise	Traduction française
2SLS	Two-Stage Least Squares	Moindres carrés en deux étapes (MC2E)
ANOVA	Analysis Of Variance	Analyse de variance (ANDVA)
SRB	Bus Rapid Transit	Service rapide par bus (SRB)
BDOTC	Bus Transit-Oriented Development	Développement orienté sur l'autobus (DOA)
QCA	Central Business District	Quartier central des affaires (QCA)
STB	Commuter Rail Transit	Service de train de banlieue (STB)
DiD	Difference-in-Differences	Doubles différences (DD)
FE	Fixed-effect	Effet fixe (EF)
GIS	Geographic Information System	Système d'information géographique (SIG)
GS2SLS	Generalized Spatial Two-Stage Least Squares	Moindres carrés généralisés spatiaux en deux étapes (MCGS2E)
GWR	Geographically Weighted Regression	Régression pondérée géographiquement (RPG)
HLM	Hierarchical Linear Model	Modèle hiérarchique à multi-niveaux (MHMN)
HPM	Hedonic Price Model / Method	Modèle / Méthode des prix hédoniques (MPH)
HRT	Heavy Rail Train	Train lourd sur rail (TLR)
SLR	Light Rail Train	Système léger sur rail (SLR)
LVC	Land Value Capture	Captation de la plus-value foncière
ML	Maximum Likelihood	Maximum de vraisemblance (MV)
MLR	Multiple Linear Regression	Régression linéaire multiple (RLM)
NLS	Non-Linear Least Squares	Moindres carrés non linéaires (MCNL)
OLS	Ordinary Least Squares	Moindres carrés ordinaires (MCO)
PTW	Pre-Trend Weighted	Poids des tendances avant traitement (PTAT)
QR	Quantile Regression	Régression par quantile (RPQ)
TSR	Rail-Based Transit	Transport sur rail (TSR)
RDD	Regression Discontinuity Design	Design de discontinuité de la régression (DDR)

RE	Random-Effect	Effet aléatoire (RE)
RSM	Repeat Sales Method	Méthode des ventes répétées (MVR)
SEM	Spatial Error Model	Modèle des erreurs spatiales (MES)
SA	Spatial Autocorrelation	Autocorrélation spatial (AS)
SAR	Spatial Autoregressive Model Spatial Lag Model	Modèle spatial auto-régressif (MAR) Modèle spatial retardé (MSR)
SDiD	Spatial Difference-in-Differences	Doubles différences spatiales (DiDS)
SDM	Spatial Durbin Model	Modèle spatial de Durbin (MSD)
SGM	Spatial General Model	Modèle général spatial (MGS)
DOTC	Transit-Oriented Development	Développement orienté sur les TC (DOTC)

ANNEXE II : TABLEAUX SYNTHÈSE DES RECHERCHES RECENSÉES (DOCUMENTS EXCEL-PDF)

- a. [Tableau synthèse 1 : Mode Métro](#)
- b. [Tableau synthèse 2 : Mode Système Léger sur Rail](#)
- c. [Tableau synthèse 3 : Mode Tramway](#)
- d. [Tableau synthèse 4 : Mode Bus](#)
- e. [Tableau synthèse 5 : Mode Train de Banlieue](#)