

The background is a complex collage of scientific and technical diagrams. It includes a map of Montreal, chemical structures like β -NO₂N, a 3D grid with points, a bar chart with y-axis labels (6.5, 14.5, 21.5, 31, 45, 66, 113 kDa), a pie chart with percentages (32%, 25%, 16%, 11%, 8%), and various mathematical and physical formulas such as $SE =$, $n_2 - p_2 - q_2$, λ_1 , λ , $u(b)$, $u(0)$, $\epsilon = 0$, $f < 0$, and 100as . There are also labels like 'Cathode', 'Diameter (µm)', 'Sample thickness (µm)', and '1981-1990'.

Projection de population à petite échelle géographique: une application aux municipalités de la Communauté métropolitaine de Montréal, 2006-2031

Guillaume Marois
Doctorant en démographie
Institut national de la recherche scientifique

Conférence-midi
Institut national de la recherche scientifique
15 janvier 2014

INRS
Université d'avant-garde

- Développer un modèle de projection démographique pour les municipalités de la Communauté métropolitaine de Montréal
 - Projeter la population par âge, sexe, langue et municipalité de résidence
 - Estimer des comportements spécifiques pour les petites zones
 - Modéliser la migration interne et la localisation résidentielle
 - Intégrer des composantes écologiques et contextuelles comme paramètres de projection

- Particularités locales susceptibles d'influencer les comportements
 - Contraintes d'aménagement
 - Plan d'urbanisme
 - Accessibilité (autoroute, distance avec le centre ville, etc.)
 - Composition sociodémographique
 - Ethnolinguistique
 - Familiale
 - Classe sociale
- Importance de prendre en compte les contraintes d'aménagement (zonage)
 - Autrement, effet potentiellement auto-réalisateur

- Approche démométrique: hypothèses établies à partir de la description et de la mesure des comportements démographiques actuels et passés
 - Problème lorsque grande volatilité
 - Problème pour établir des hypothèses à des fins prévisionnelles ou prospectives
- Approche démologique: hypothèses établies à partir de la compréhension des comportements démographiques
 - Déterminants individuels et contextuels
 - Modèles statistiques

- **Perspective du cycle de vie**
 - les individus passent par divers cycles (formation du couple, naissance des enfants, départ des enfants, décès d'un des conjoints)
 - Ces cycles sont déterminants des besoins et préférences en matière de résidence
- **Approche de l'utilité aléatoire**
 - Chaque municipalité a une utilité qui lui est propre, définie par une fonction utilitaire
 - L'utilité est variable selon les préférences des individus
 - Le choix de la municipalité de résidence se fait dans l'idée de maximiser l'utilité de ses attributs

Modéliser la migration interne et la localisation résidentielle

- Impossible de constituer une matrice origine-destination rigoureuse
 - Manque d'information sur les déplacements
 - Trop petit nombre
- Stratification des migrants selon le type d'origine et le type de destination
- Deux grands types :
 - Ville centre (municipalité centrale) : un lieu de transition, surtout pour les jeunes qui cherchent à terminer leurs études, trouvé un premier travail, un premier logement et un partenaire
 - Banlieues : Logements plus grands et plus abordables, environnement plus calme

Modéliser la migration interne et la localisation résidentielle

- Trois types de mobilité interne :
 1. D'une banlieue vers la ville centre;
 2. De la ville centre vers la banlieue;
 3. D'une banlieue vers une autre banlieue.
- Les probabilités d'effectuer ces mouvements dépendent des caractéristiques de l'individu et sont calculées à partir de régressions logistiques
- Trois types de migrants externes à localiser
 4. Immigrants internationaux;
 5. Entrants interprovinciaux;
 6. Entrants intraprovinciaux.
- Régressions logistiques conditionnelles pour localiser ces migrants (approche de l'utilité aléatoire)

Modéliser la migration interne et la localisation résidentielle

$$U_j^t = e^{\beta_1 z_{1j} + \beta_2 z_{2j} + \dots + \beta_n z_{nj}}$$

Où :

U_j^t = Utilité de la municipalité j pour un migrant de type t , $j=1\dots J$; $t=1\dots n$

z_{kj} = Valeur de la variable explicative k pour la municipalité j , $j=1\dots J$;
 $k=1\dots n$

β_k = Paramètre linéaire de la variable explicative k , $k=1\dots n$

$$P_j^t = \frac{U_j^t}{\sum_{h=1}^J U_h^t}$$

Modèle de projection

- Nom: SiDéLo-Origine (Simulations DÉmographiques LOcales)
- Microsimulation
- Dynamique, temps discret, basé sur le temps
- SAS
- Horizon temporel: 2006-2031
- Population de base: Recensement canadien de 2006 (version longue, 20% des ménages, n=682 000)
 - Âge (0 à 119);
 - Sexe (homme ou femme);
 - Municipalité (79 municipalités de la CMM – 3 sont combinées à la municipalités adjacentes);
 - Langue parlée le plus souvent à la maison (Français, Anglais, autre).
 - Lieu de naissance (au Canada, à l'étranger);
 - Année d'arrivée au Canada (spécifique à ceux nés à l'étranger);
 - Âge à l'arrivée (spécifique à ceux nés à l'étranger);
 - Nombre d'années depuis l'arrivée (spécifique à ceux nés à l'étranger);
 - MRC de résidence;
 - Type de municipalité (ville centre ou banlieue).

- **Mortalité**
 - Quotients prospectifs de mortalité par âge et sexe (projections de l'ISQ, scénario moyen)
 - Risques relatifs pour immigrants récents (0,354), établis (0,96) et natifs (1,029)
- **Fécondité**
 - Estimation des taux de fécondité par âge, langue parlée à la maison et type de municipalité de résidence (banlieue ou ville-centre) par la méthode des enfants au foyer (recensement de 2006)

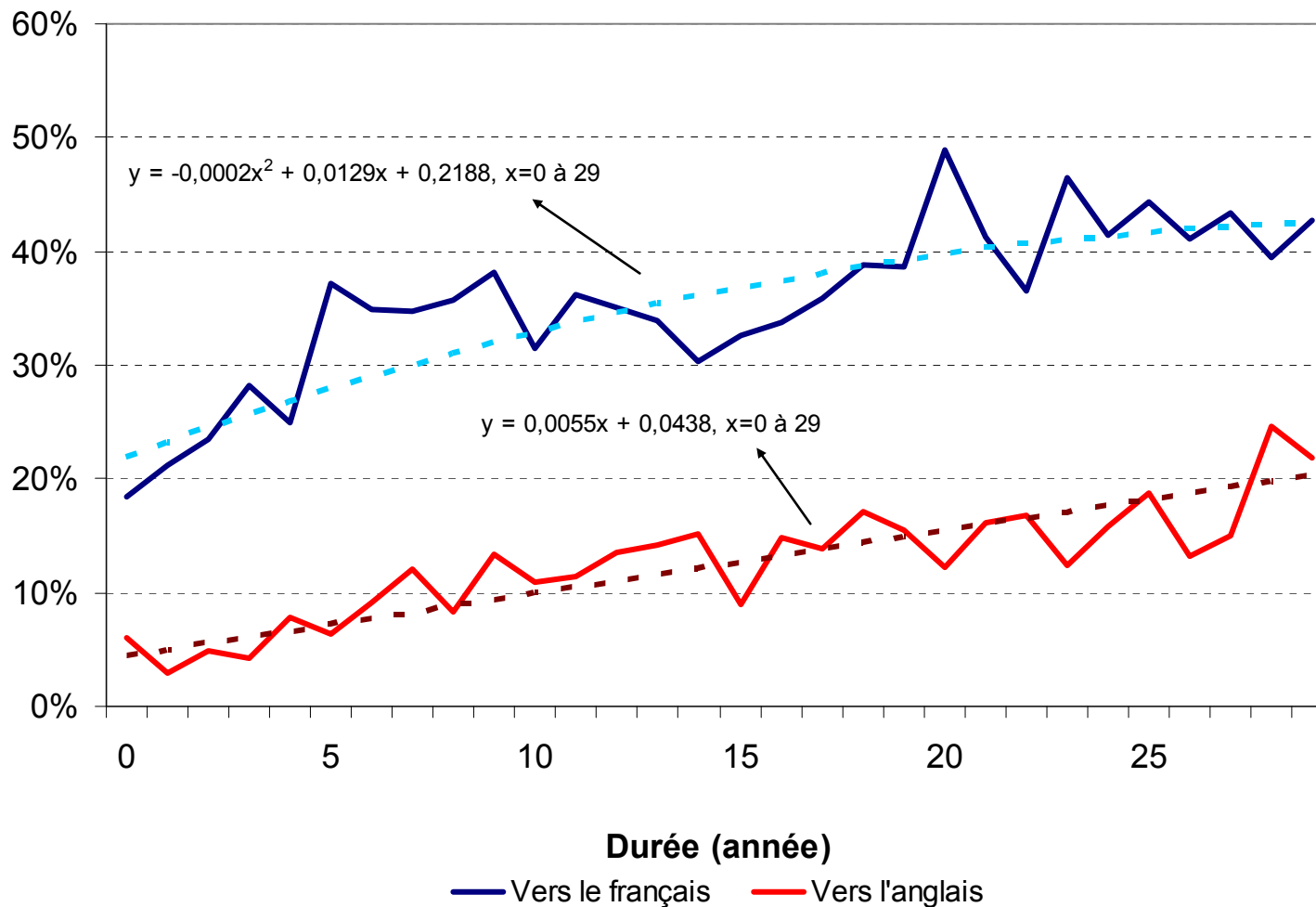
	Francophones	Anglophones	Allophones
Banlieue	1,656	1,749	1,870
Ville-centre	1,329	1,467	2,351

- Simulation avec ces taux pour la période 2006-2011
- Facteur d'intensité propre à chaque municipalité en comparant les naissances simulées au nombre de naissances observées (0,528 à 1,888)

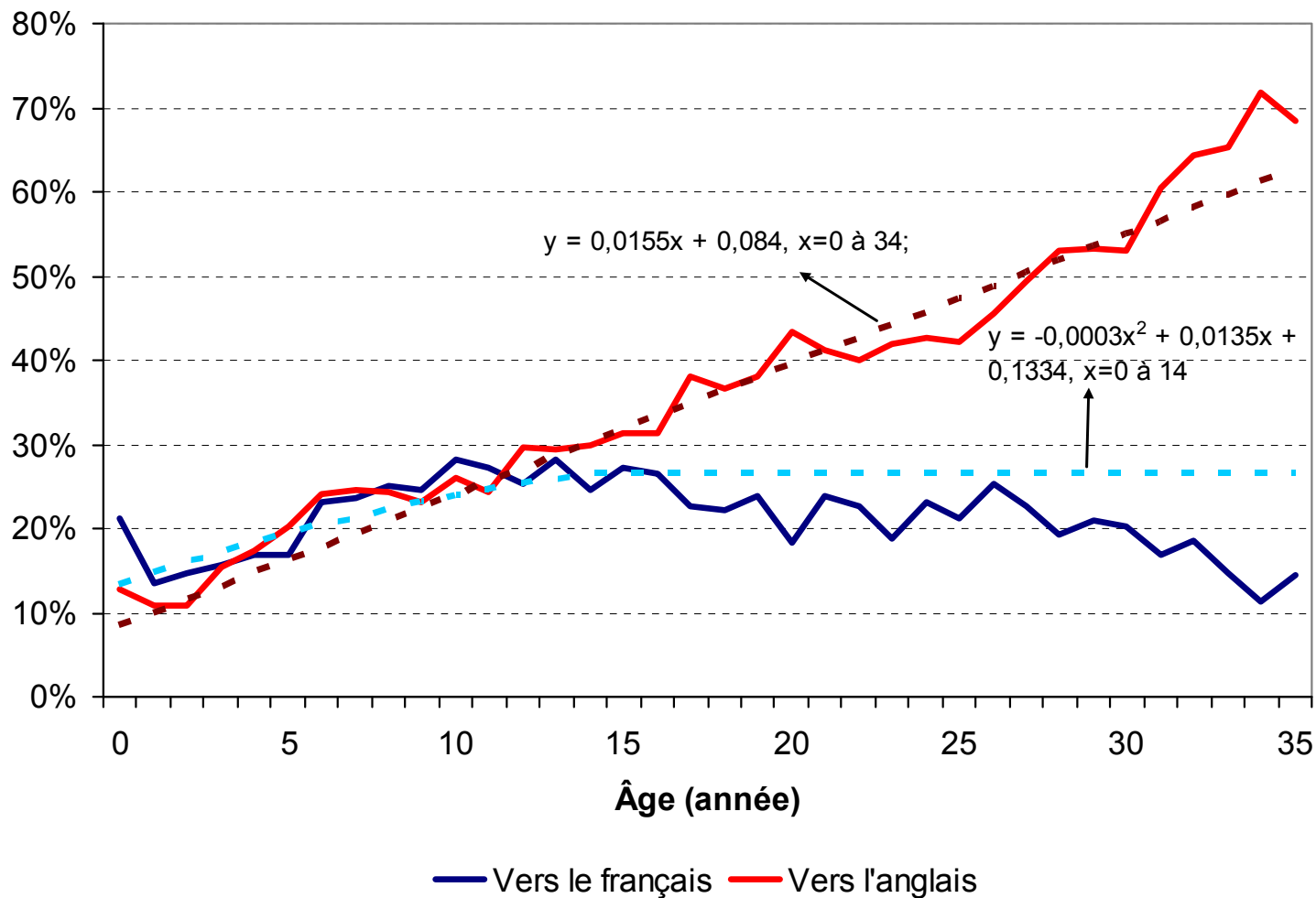
- Émigration internationale
 - Manque de données
 - Très rare; Concerne surtout les immigrants récents;
 - Hypothèse: taux d'attrition des immigrants estimés par Termote, Payeur et al. (2011)
 - 4,4% à l'arrivée – 0,65% à la 13^e année
- Sortie interprovinciale et intraprovinciale
 - Régression logistique
 - Lieu de résidence un an auparavant (Recensement de 2001 et 2006)
 - Âge, langue, lieu de naissance, nombre d'années depuis l'arrivée, MRC
 - L'événement a lieu après l'événement mortalité et émigration internationale
 - Facteur de correction pour que le nombre de sorties simulées pour l'ensemble de la CMM corresponde à celui observé pour la période 2006-2011.

- Mobilité linguistique
 - Très rare pour les anglophones, francophones et allophones nés à l'étranger arrivés à 16 ans ou plus
 - Méthode transversale (Sabourin et Bélanger)
 - Stratification des allophones (de langue maternelle) en deux groupes:
 - Allophones natifs; Allophones nés à l'étranger arrivés à 15 ans ou moins;
 - Pour chaque âge (dans le cas des natifs) ou durée depuis l'immigration (dans le cas des immigrants), on divise le nombre qui parle français (ou anglais) à la maison par la taille de la cohorte.
 - Probabilités dérivées à partir des courbes de tendance

Taux de transfert linguistique des allophones immigrants arrivés à 16 ans ou moins, CMM, 2006



Taux de transfert linguistique des allophones natifs, CMM, 2006



- Migration interne
 - Régressions logistiques
 - 3 modèles basés sur la question sur le lieu de résidence un an auparavant des recensements de 2001 et 2006
 1. De la ville centre vers la banlieue
 2. De la banlieue vers la ville centre
 3. D'une banlieue vers une autre banlieue
 - La municipalité de résidence pour ceux qui migrent en banlieue est déterminée par le module de localisation résidentielle

Paramètres des régressions logistiques modélisant la migration interne, CMM, recensements de 2001 et 2006

(1/2)

	De la ville centre vers la banlieue (n=586151)	De la banlieue vers la ville centre (n=682659)	De la banlieue vers une autre banlieue (n=682659)
Intercept	-3.024***	-3.741***	-3.004***
Groupe d'âge (ref=30-34)			
0-4	-0.089*	-0.836***	-0.199***
5-9	-0.501***	-1.092***	-0.558***
10-14	-0.753***	-1.479***	-0.935***
15-19	1.065***	-0.518***	-0.892***
20-24	-0.490***	0.787***	0.064*
25-29	0.058	0.711***	0.485***
35-39	-0.321***	-0.502***	-0.443***
40-44	-0.743***	-0.804***	-0.810***
45-49	-1.030***	-0.871***	-1.095***
50-54	-1.253***	-0.976***	-1.184***
55-59	-1.281***	-1.263***	-1.264***
60-64	-1.397***	-1.521***	-1.412***
65-69	-1.517***	-1.512***	-1.518***
70-74	-1.748***	-1.469***	-1.529***
75+	-1.658***	-1.226***	-1.308***

Paramètres des régressions logistiques modélisant la migration interne, CMM, recensements de 2001 et 2006 (2/2)

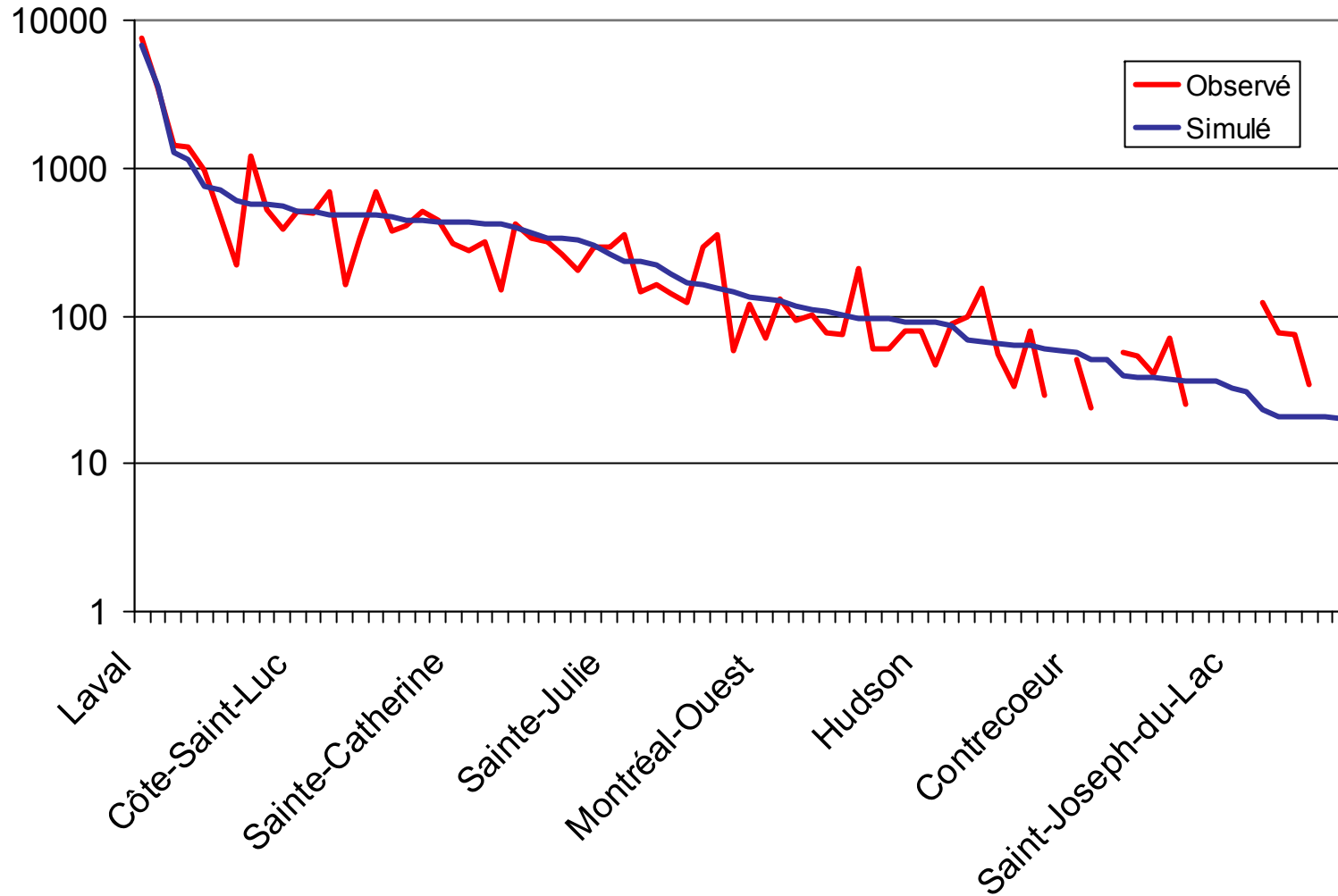
	De la ville centre vers la banlieue (n=586151)	De la banlieue vers la ville centre (n=682659)	De la banlieue vers une autre banlieue (n=682659)
Langue parlée à la maison (ref=Français)			
Anglais	-0.353 ***		-0.361 ***
Autres(s)	-0.631 ***		-0.662 ***
Lieu de naissance (ref=Né au Canada)			
Né à l'étranger		0.170 ***	-0.200 ***
MRC (ref=MRC66)			
MRC55 and MRC57		-0.477 ***	0.386 ***
MRC58		-0.127 **	0.126 **
MRC59		-0.456 ***	0.091
MRC60		0.120 *	-0.278 ***
MRC64		-0.288 ***	0.083 *
MRC65		-0.133 **	-0.208 ***
MRC67 et MRC70		-0.295 ***	0.224 ***
MRC71		-0.277 ***	0.232 ***
MRC72		-0.429 ***	0.593 ***
MRC73 et MRC74		-0.556 ***	0.430 ***

- Migrants externes
 - Trois types:
 1. Immigrants internationaux;
 2. Entrants interprovinciaux;
 3. Entrants intraprovinciaux.
 - Sélectionnés à partir d'une base de données constituées de potentiels arrivants
 - Construite à partir de la population vivant dans la CMM au recensement de 2006, mais ailleurs 5 ans auparavant (âge ajusté aléatoirement)
 - 40 000 immigrants, 10 500 entrants interprovinciaux et 46 000 entrants intraprovinciaux
 - La municipalité de résidence est déterminée par le module de localisation résidentielle

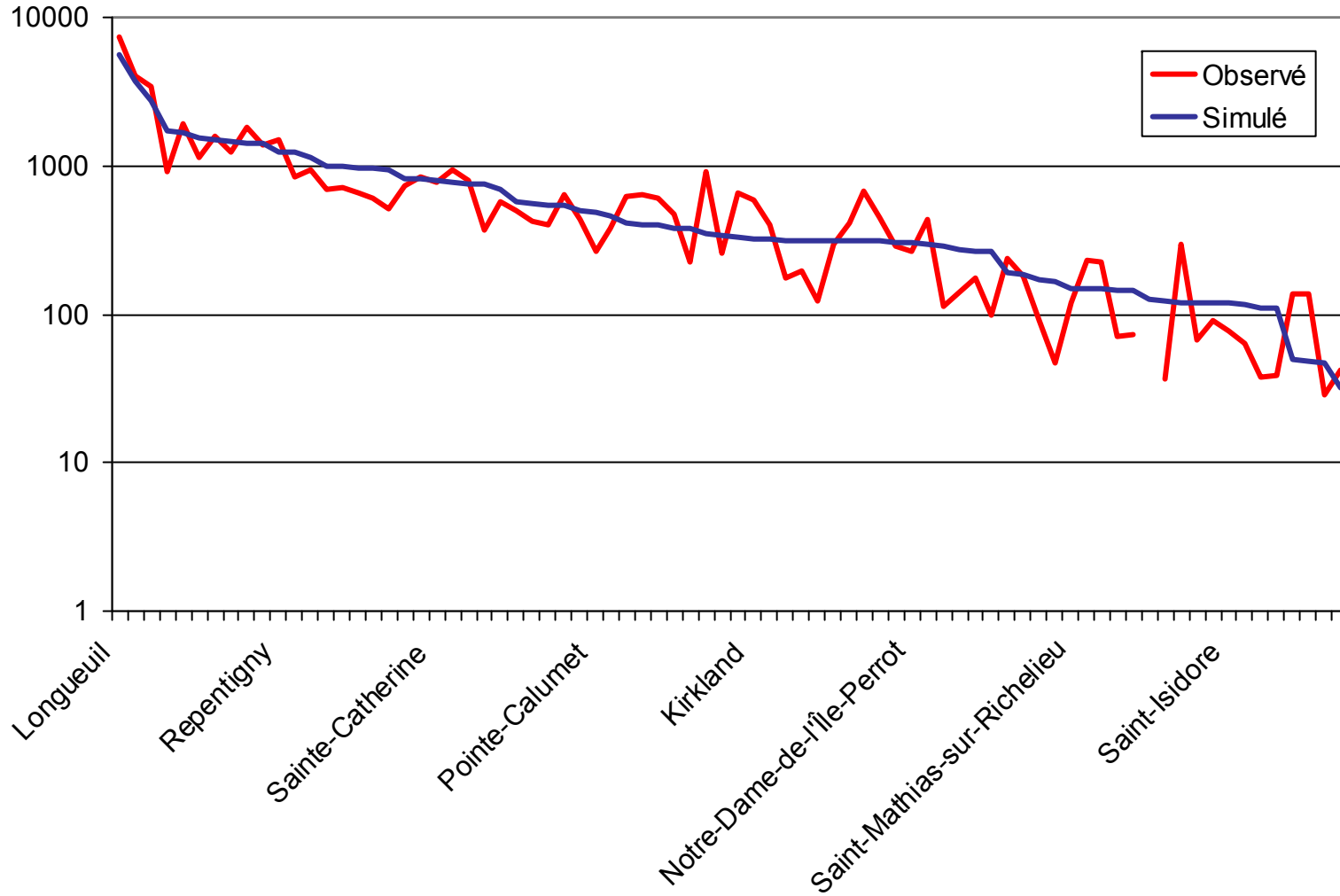
- Modules de localisation résidentielle
 - 5 modules séparés: (1) ceux provenant de la ville centre (2) ceux provenant d'une autre banlieue (3) immigrants (4) entrants interprovinciaux et (5) entrants intraprovinciaux.
 - Régressions logistiques conditionnelles
 - Variables explicatives:
 - Distance entre la municipalité et le centre-ville;
 - Taille de la population;
 - Nombre de nouveaux logements;
 - Principal groupe linguistique (francophones majoritaires ou non);
 - MRC de la municipalité.
 - Une « utilité » propre à chaque municipalité est calculées suivant ces paramètres. La destination est ensuite déterminée de manière aléatoire en fonction de la valeur de cette « utilité ».

- Résultats des régressions logistiques conditionnelles sur les variables agissant sur le niveau d'attractivité des municipalité
 - ↓ Distance entre la municipalité et le centre-ville;
 - ↑ Taille de la population;
 - ↑ Nombre de nouveaux logements;
 - Pas significatif pour les immigrants
 - Principal groupe linguistique (francophones majoritaires ou non);
 - ↑ Migrants francophones
 - ↓ Migrants anglophones
 - ↓ Migrants allophones

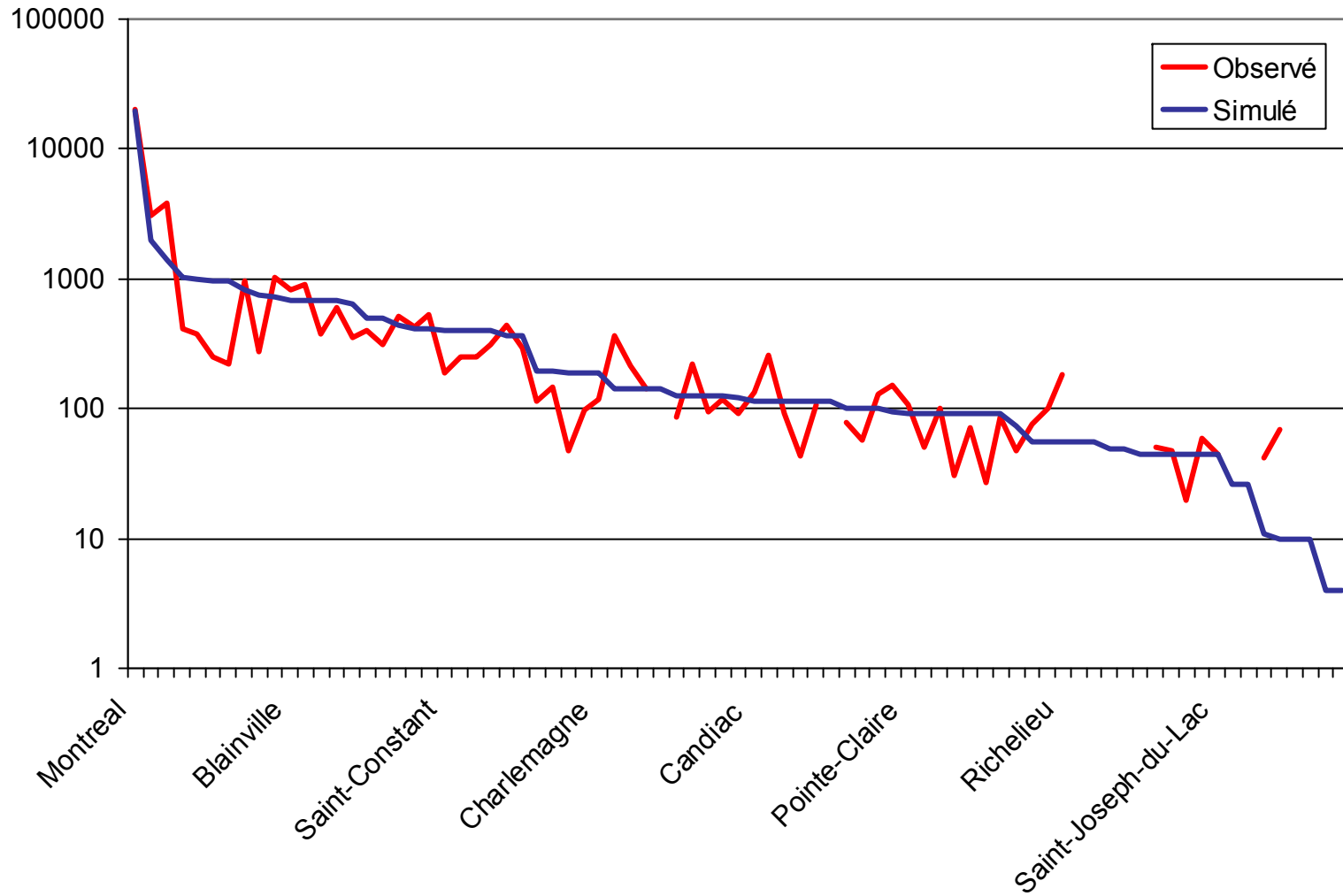
Nombre observé et simulé d'entrants en provenance de la ville centre, 2001



Nombre observé et simulé d'entrants en provenance d'une autre banlieue, 2001



Nombre observé et simulé d'entrants en provenance d'ailleurs au Québec, 2001



- Modules de localisation résidentielle
 - Pour la taille de la population et la composition linguistique, les valeurs en début d'année sont prises en compte dans le calcul des probabilités
 - Base de données qui suit l'évolution des caractéristiques des municipalités en même temps qu'évolue la population
 - Pour la période 2006 à 2011, le nombre de nouveaux logements est celui rapporté par les recensements de 2006 et 2011
 - De 2011 à 2031, nous utilisons le potentiel de développement pour 2031 calculé pour chaque municipalité dans le Plan métropolitain d'aménagement et de développement de la CMM (annualisé de manière linéaire)
 - Pour la distance, nous supposons que le point central du centre-ville ne changera pas.

Distribution des municipalités selon le pourcentage d'erreur entre les estimations en 2011 de population et la simulation

[10%, ∞[	4
[5%, 10%[	15
[2.5%, 5%[	21
[0, 2.5%[	39

Pourcentage d'erreur moyen entre les estimations en 2011 de population et la pré-simulation (valeur absolue)

	Population totale	Population par groupes d'âge (16)
Ensemble de la CMM	2,1%	3,1%
Par taille de la population		
[50 000, ∞[	1,2%	5,6%
[15 000, 50 000[	2,3%	9,3%
[5 000, 15 000[	4,0%	12,5%
[0, 5 000[	5,7%	21,4%
Par taux de croissance entre 2006 et 2011		
[10%, ∞[	4,3%	10,7%
[5%, 10%[	2,9%	10,7%
[0%, 5%[	3,0%	13,1%
] -∞, 0%[	4,1%	15,1%

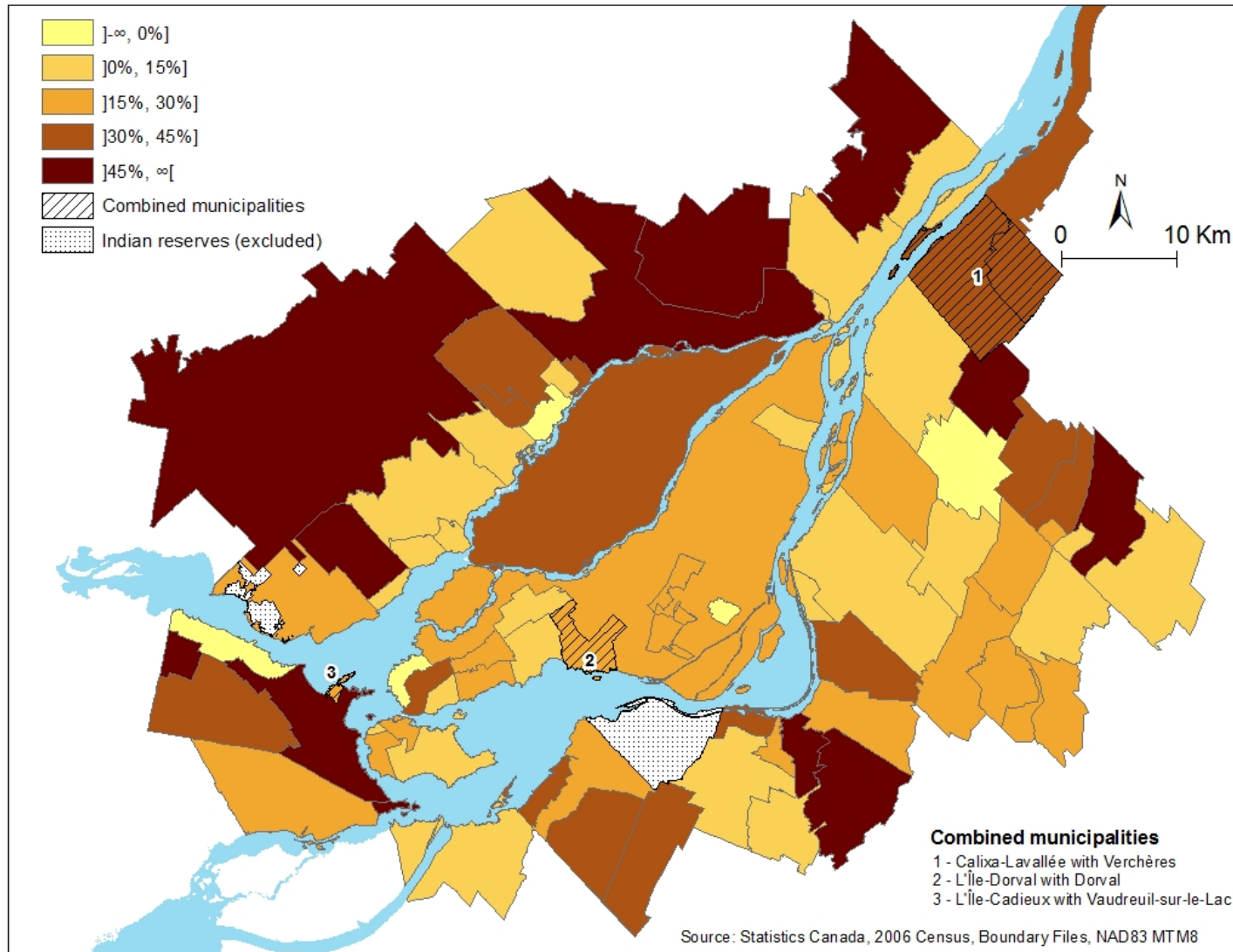
Validation du modèle

	Estimations de 2011	Simulation	% d'erreur
Montréal	1 723 940	1 733 374	0,5%
Laval	404 110	401 717	0,6%
Longueuil	236 755	235 395	0,6%
Terrebonne	106 310	106 534	0,2%
Repentigny	81 275	80 882	0,5%
Brossard	80 235	79 432	1,0%
Blainville	53 165	51 568	3,0%
Dollard-Des Ormeaux	50 825	49 166	3,3%
Châteauguay	46 330	45 391	2,0%
Saint-Eustache	43 525	43 773	0,6%
Boucherville	41 570	41 254	0,8%
Mirabel	41 165	41 053	0,3%
Mascouche	40 960	41 969	2,5%

Validation du modèle

	Estimations de 2011	Simulation	% d'erreur
Montréal-Est	4 010	3 903	2,7%
Baie-D'Urfé	3 930	3 850	2,0%
Oka	3 700	3 252	12,1%
Saint-Sulpice	3 290	3 244	1,4%
Saint-Jean-Baptiste	3 090	3 047	1,4%
Saint-Isidore	2 640	2 821	6,9%
Saint-Mathieu-de-Beloeil	2 545	2 763	8,6%
Léry	2 325	2 793	20,1%
Saint-Mathieu	1 990	1 827	8,2%
Terrasse-Vaudreuil	1 925	1 958	1,7%
Vaudreuil-sur-le-Lac and L'Île-Cadieux	1 490	1 426	4,3%
Pointe-des-Cascades	1 195	1 240	3,8%
Senneville	985	974	1,1%

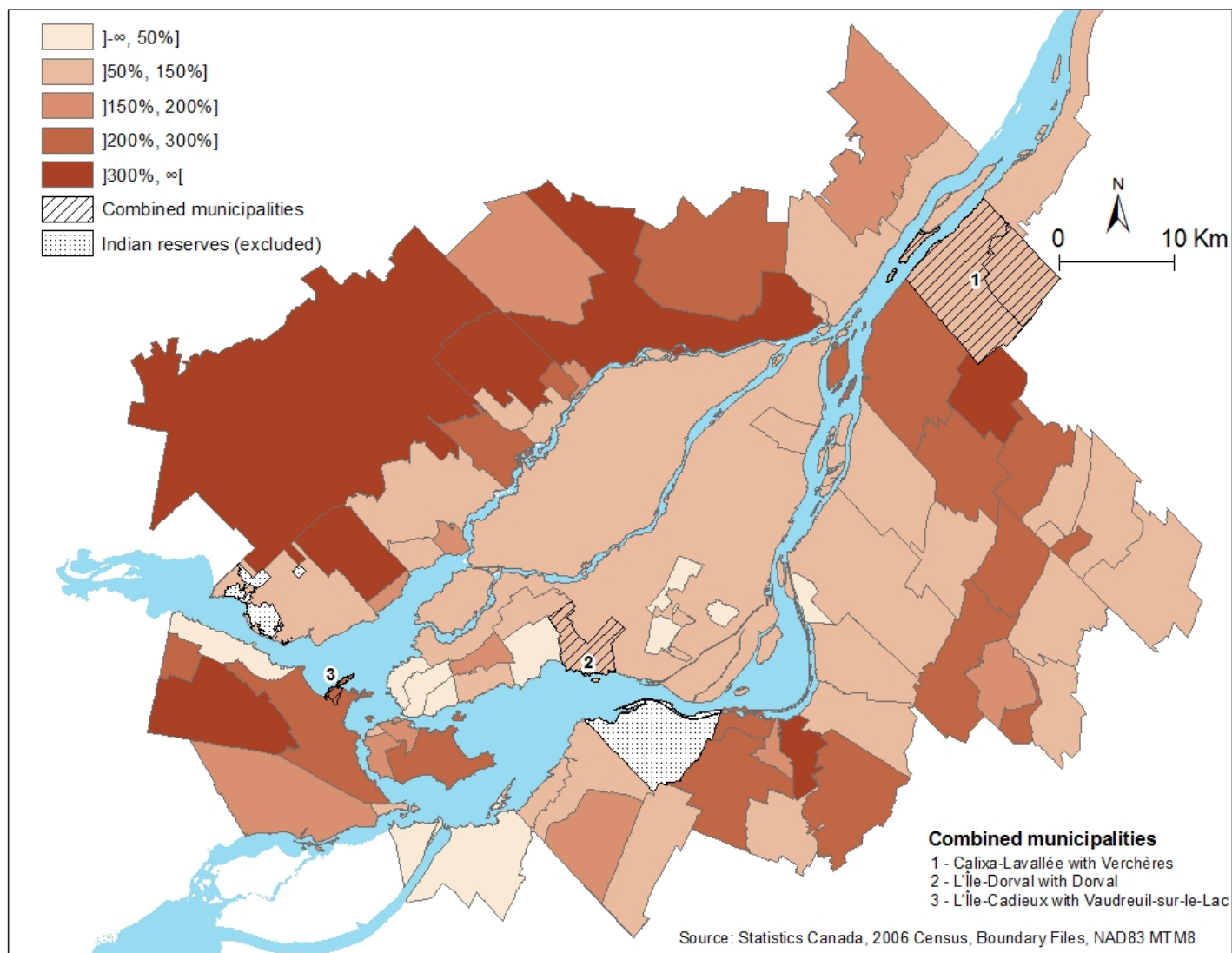
Population projetée par taux de croissance, CMM, 2006 à 2031



Population estimée (2006) et projetée (2031) des principales municipalités

	2006	2031	Taux de croissance
Communauté métropolitaine de Montréal	3 570 100	4 553 217	27,5%
Montréal	1 638 870	2 070 328	26,3%
Laval	372 415	521 664	40,1%
Longueuil	231 585	249 684	7,8%
Terrebonne	96 175	171 084	77,9%
Brossard	71 765	95 579	33,2%
Repentigny	77 035	88 566	15,0%
Blainville	47 025	63 538	35,1%
Mascouche	34 305	59 383	73,1%
Mirabel	35 310	56 790	60,8%
Châteauguay	43 140	55 330	28,3%
Dollard-Des Ormeaux	49 240	50 313	2,2%
Saint-Eustache	42 610	48 375	13,5%
Vaudreuil-Dorion	26 195	47 454	81,2%
Boucherville	39 275	46 811	19,2%
Côte-Saint-Luc	31 450	36 989	17,6%

Croissance projetée de la population âgée de 65 ans et plus, CMM, 2006 à 2031



Population âgée de 65 ans et plus estimée (2006) et projetée (2031)

	2006	2031	Taux de croissance
Communauté métropolitaine de Montréal	474 465	892 839	88,2%
Saint-Amable	445	2 579	479,6%
Saint-Lazare	915	4 879	433,2%
Saint-Joseph-du-Lac	355	1 769	398,3%
Blainville	2 610	12 969	396,9%
Terrebonne	7 095	30 977	336,6%
Candiac	1 250	5 133	310,6%
Mirabel	2 430	9 786	302,7%
Mascouche	2 640	10 520	298,5%
Vaudreuil-sur-le-Lac et L'Île-Cadieux	100	386	286,0%
Saint-Philippe	420	1 602	281,4%
Saint-Constant	1 545	5 793	275,0%
Sainte-Julie	1 780	6 511	265,8%

Proportion de la population âgée de 65 ans et plus estimée (2006) et projetée (2031)

Les plus vieilles	2006	2031
Communauté métropolitaine de Montréal	13,3%	19,6%
Hudson	18,7%	35,1%
Oka	14,7%	26,1%
Saint-Jean-Baptiste	11,1%	25,6%
Lorraine	7,7%	24,8%
Beauharnois	17,3%	24,8%
Westmount	21,0%	24,5%
Rosemère	10,5%	24,5%
Baie-D'Urfé	17,9%	24,1%
Saint-Lambert	25,3%	24,0%
Charlemagne	13,8%	23,6%
Senneville	17,3%	23,6%
Dollard-Des Ormeaux	11,9%	23,6%

Proportion de la population âgée de 65 ans et plus estimée (2006) et projetée (2031)

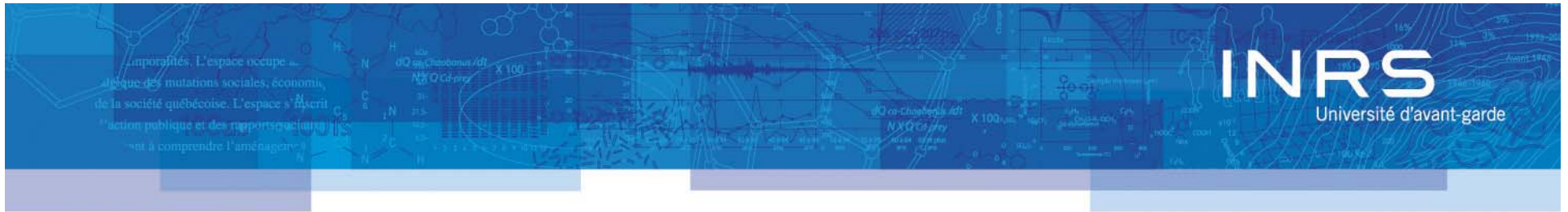
Les plus jeunes	2006	2031
Communauté métropolitaine de Montréal	13,3%	19,6%
Pointe-des-Cascades	11,5%	15,8%
Mirabel	6,9%	17,2%
Saint-Amable	5,2%	17,5%
Mascouche	7,7%	17,7%
Vaudreuil-Dorion	10,2%	18,0%
Montréal	14,7%	18,0%
Terrebonne	7,4%	18,1%
McMasterville	10,3%	18,1%
L'Assomption	10,7%	18,1%
Sainte-Anne-de-Bellevue	17,1%	18,2%
Delson	7,8%	18,2%
Candiac	7,7%	18,2%

Distribution des municipalités selon le taux de croissance relatif de la proportion de francophones (points de pourcentage), 2006 à 2031

[0, ∞[	14
[-5, 0[	12
[-10, -5[	11
[-15, -10[	33
]-∞, -15[	9

- Quelques tendances révélées par la projection qui pourraient amener des défis aux politiques publiques
 - L'étalement urbain se poursuivra
 - Les municipalités où la population âgée de 65 ans et plus augmentera le plus sont celles qui aujourd'hui attirent les jeunes familles
 - Déclin généralisé du français, tant dans les banlieues qu'en ville centre
- Quelques limites
 - Les paramètres utilisés pour la localisation résidentielle prédisent généralement bien le nombre d'entrants, sauf pour quelques municipalités
 - Les modules de localisation résidentielle ne sont pas liés aux cycles de vie
 - Niveau géographique

- Améliorations futures
 - Utilisation de la proportion de francophones plutôt que le groupe majoritaire
 - SiDéLo – Cycle de vie. Nouvelle modélisation de la migration interne et de la localisation résidentielle
 - Un seul événement de migration interne: la probabilité de déménager (changer de résidence, que ce soit dans la même ville ou dans une autre)
 - Stratification des personnes à localiser en 4 grands groupes plutôt que sur l'origine
 - Les jeunes familles (0-4 ans + 25-34 ans)
 - Les familles (5-19 ans + 35-59 ans)
 - Les jeunes (20-24 ans)
 - Les personnes âgées (60 ans et plus)
 - Module distinct pour les immigrants + Ajout de la proportion d'immigrants comme caractéristiques des municipalités
 - En incluant la ville centre comme alternative pour les migrants internes, cette méthode permettrait de vérifier l'impact d'une augmentation de l'offre de logements à Montréal sur l'étalement urbain et le départ des familles vers la banlieue



Merci

Guillaume Marois

guillaume_marois@ucs.inrs.ca

SSHRC  CRSH