



<b>ANNEX 1: COPY OF THE PUBLICATIONS .....</b>	<b>2</b>
Résumé.....	2
1. Contexte et étapes de la recherche .....	3
2. Mise en place du réseau routier .....	6
3. Principe de l'affectation de trafic et de la comparaison des modèles .....	8
4. Modèle d'accessibilité en heures creuses .....	11
5. Modèle d'accessibilité en heures pleines.....	14
6. Conclusion.....	16
Références bibliographiques.....	17
MOBLOC : links between residential mobility and accessibility.....	18
<b>ANNEX 2: MINUTES OF THE FOLLOW-UP .....</b>	<b>33</b>
COMMITTEE MEETINGS .....	33
Annex 2.1. Minutes of the first follow-up committee meeting (3rd of May 2007).....	33
Annex 2.2. Minutes of the second follow-up committee meeting (12 <sup>th</sup> of June 2008) .....	38
Annex 2.3. Minutes of the third follow-up committee meeting (19 <sup>th</sup> of October 2009) .....	43
Annex 2.4. Minutes of the fourth follow-up committee meeting (31 <sup>st</sup> of January 2011).....	47



## ANNEX 1: COPY OF THE PUBLICATIONS

### 2<sup>ème</sup> Journée de Recherche « Mobilité, Transport et Logistique » (MTL 2010)

Lyon, Mercredi 23 juin 2010

*Validation d'un modèle d'accessibilité par recoupement de données multi-sources.  
Application aux communes de Belgique*

S. Klein<sup>1\*</sup>, H. Omrani<sup>1\*</sup>, S. Carpentier<sup>1\*</sup>, P. Gerber<sup>1\*</sup>, G. Vandebulcke<sup>2</sup>

*\* Consortium de recherche du projet MOBLOC (coord. GRT)  
cofinancé par la Politique Scientifique Belge (Belgique) et le FNR (Luxembourg)*

<sup>1</sup> *Centre d'Études de Populations, de Pauvreté et de Politiques Socio-Économiques (CEPS/INSTEAD)  
BP 48, Differdange, Luxembourg .Tél : +352 58 58 55 310*

<sup>2</sup> *CORE et Département de Géographie, Université Catholique de Louvain (UCL)  
Voie du Roman Pays, 34, Louvain-la-Neuve B-1348 (Belgique)*

[sylvain.klein@ceps.lu](mailto:sylvain.klein@ceps.lu)

### Résumé

Dans le cadre du projet MOBLOC (Mobilities and Long Term Location Choice in Belgium), l'exploration à un niveau d'agrégation communal des interactions entre les mobilités résidentielle et quotidienne a nécessité la construction d'un modèle d'accessibilité routière à l'échelle de la Belgique. Dans un premier temps, un modèle de trafic en heures creuses affectant les flux selon un mode tout-ou-rien, est comparé à une base d'observations (MOBEL) ainsi qu'à deux modélisations (Google Maps et un modèle développé à l'UCL par Vandebulcke et *al.*, 2009). Le modèle routier en heures de pointe du matin procède à l'affectation d'une matrice de demande de déplacement domicile-travail et domicile-études sur la base d'une recherche d'un équilibre utilisateur. En complément de l'analyse cartographique, les statistiques AED, chi-carré, SRMSE, psi-absolu et phi sont mises à contribution pour le calibrage et la validation du modèle d'accessibilité MOBLOC.

# 1. Contexte et étapes de la recherche

## 1.1 Le projet MOBLOC

Depuis plusieurs décennies, la croissance urbaine, et notamment la périurbanisation, a favorisé une utilisation massive de l'automobile (Wiel, 1999) conduisant, dans les zones périphériques notamment, à une véritable dépendance automobile (Goodwin, 1995). Ainsi, à l'instar de nombreux pays européens, la Belgique connaît une forte périurbanisation (Brück *et al.*, 2001 ; Halleux *et al.*, 2002) associée à un usage intensif de la voiture privée (Hubert et Toint, 2002).

Dans ce contexte, le projet MOBLOC (Mobilities and Long Term Location Choice in Belgium) vise à modéliser et simuler les interactions entre les évolutions à long terme de la société (croissance démographique, choix de localisation des ménages) et les comportements de mobilité quotidienne (Cornélis *et al.*, 2009). Pour ce faire, plusieurs modèles sont développés pour analyser l'impact de ces évolutions sur l'accessibilité et, en retour, sur la croissance urbaine (Figure 1). Ainsi, un modèle de migration résidentielle – articulant propension à migrer et choix de localisation – est couplé à un modèle de trafic – lui-même décomposé en une estimation des flux (modèle gravitaire), un choix modal et une affectation des flux sur le réseau (modèle d'accessibilité en heures creuses et en heures pleines du matin). La construction des modèles, ainsi que leur couplage, est réalisé à l'échelle des 589 communes belges.

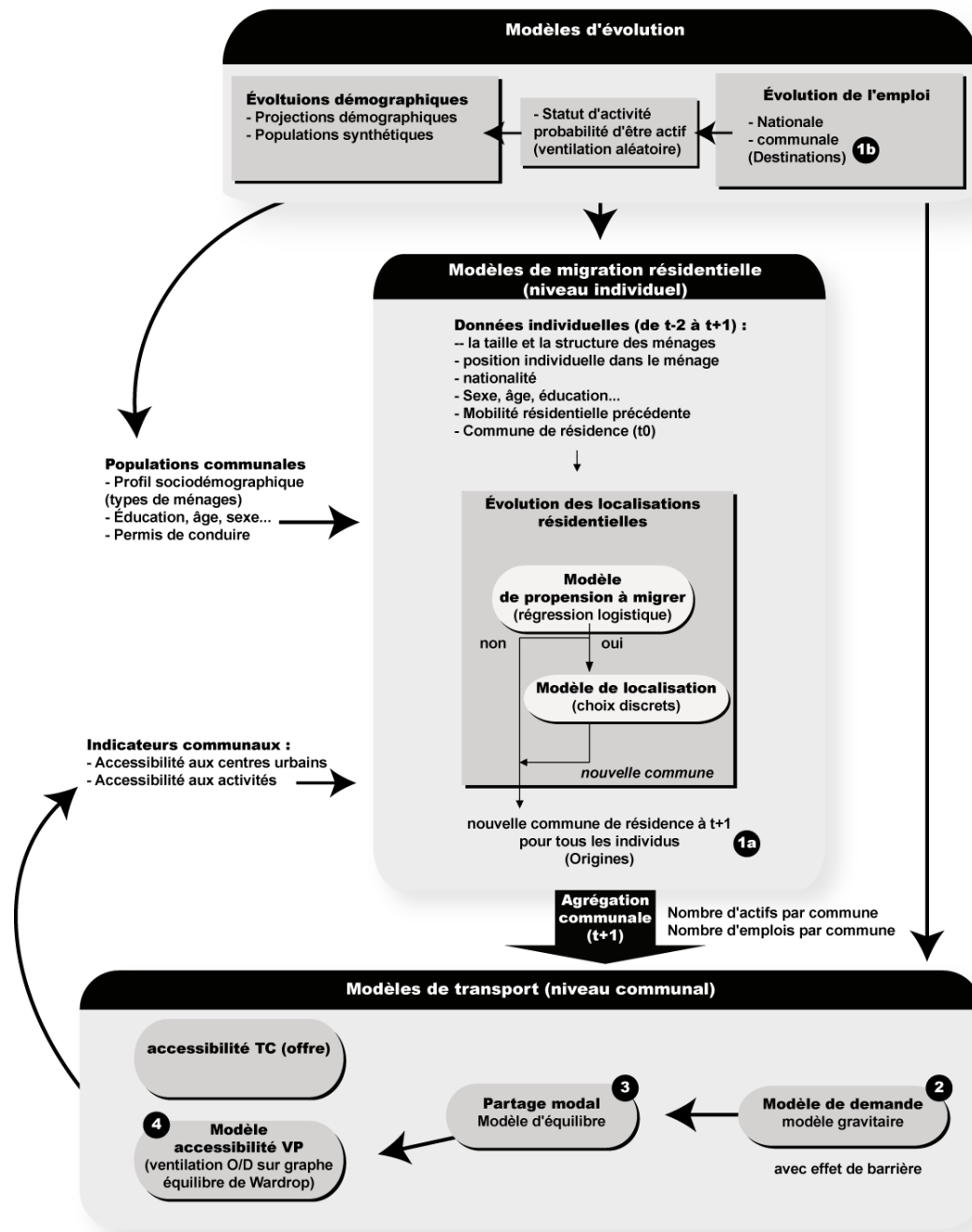


Figure 1 : Présentation des modèles en interaction du projet MOBLOC

La question à laquelle nous nous intéressons dans cet article est celle de la mise en place d'un modèle d'accessibilité routière (étape 4) à l'échelle de la Belgique et de sa validation. Sachant qu'à l'échelle de toute la Belgique, nous ne disposons pas de l'ensemble des paramètres nécessaires au calibrage et à la validation du modèle d'accessibilité en heures creuses et en heures pleines, nous appliquons une méthode de validation basée sur différentes statistiques permettant de comparer celui-ci avec des observations d'une part, ainsi qu'avec d'autres modélisations d'autre part.

## 1.2 Étapes méthodologiques du projet

Plusieurs étapes ont été mises en œuvre (Figure 2). La modélisation étant effectuée pour l'ensemble du territoire belge, une première étape consiste à choisir, pour chacune des 589 communes, un point « représentatif ». Si le choix d'un centroïde communal unique constitue sans doute une approximation, cette étape s'est révélée nécessaire, à la fois pour des raisons de cohérence méthodologique (le couplage des modèles de MOBLOC s'effectue à l'échelle communale) et des raisons pratiques, liées au niveau d'aggrégation pour lequel les données sont disponibles. En second lieu, il s'agit de mettre en place la représentation mathématique du réseau routier sous forme d'un graphe orienté  $G = (V, E)$ , avec  $V$  : l'ensemble des sommets représentant les intersections, et  $E$  : l'ensemble des arcs représentant un tronçon de route aux propriétés homogènes. Il s'agit ensuite de qualifier ces arcs, notamment par leur longueur, leur vitesse en flux libre et leur capacité. Ces attributs n'étant, la plupart du temps, pas disponibles à l'échelle du pays, nous recourons à une typologie établie grâce au recouplement des couches SIG (Système d'Information Géographique) de l'occupation du sol avec le réseau digitalisé.

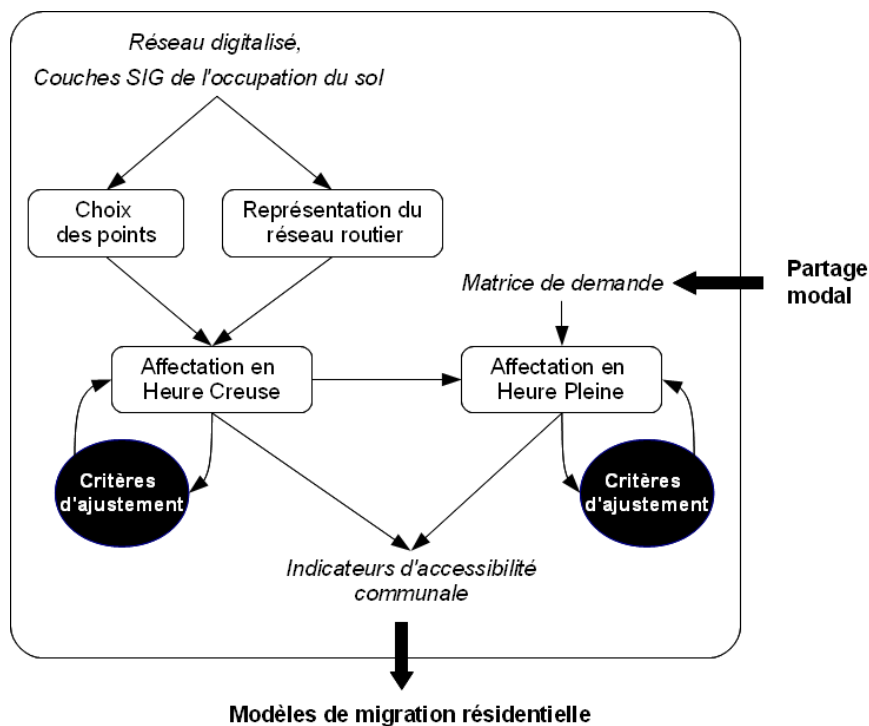


Figure 2 : Étapes méthodologiques de modélisation de l'accessibilité VP

Dans un deuxième temps, deux modélisations de l'accessibilité routière sont mises en œuvre, l'une concernant une période en heures creuses (HC), l'autre la période de pointe du matin (HP). Le modèle en heure de pointe fait intervenir une matrice de demande de déplacements, à savoir une matrice d'échanges origine/destination (O/D) des actifs et des étudiants utilisant la voiture (comme conducteur principal) pour leur trajet domicile/travail ou domicile/école. Celle-ci permet d'inclure des résultats des nouvelles localisations du modèle de migration résidentielle de MOBLOC. Notons que, si dans le cadre du couplage des modèles la demande HP et HC est simulée, pour la première itération à  $t_0$ , cette matrice est issue de l'Enquête Socio-économique de L'INS (2001).

Les résultats des deux modèles sont ensuite confrontés avec une base d'observations provenant de l'enquête MOBEL et comparés avec d'autres modèles disponibles pour la Belgique. Grâce aux statistiques mesurant l'ajustement de ce modèle par rapport aux valeurs observées, il est alors possible d'en calibrer les paramètres et de le situer par rapport aux autres modèles.

Une fois les deux modèles (heures creuses et heures de pointes) validés, il est dès lors possible de procéder au calcul des indicateurs communaux à introduire dans le modèle de migration résidentielle pour modéliser ensuite l'impact de la mobilité quotidienne sur les choix résidentiels. Le postulat est ici que lors d'un choix résidentiel, les actifs tiennent compte de leur trajet domicile/travail pour garantir la faisabilité de leur programme d'activité (en contenant leur budget-temps de déplacement dans des limites acceptables, soit une heure en moyenne selon la conjecture Zahavi, 1979)<sup>1</sup>. La principale contrainte qui influence ce choix est alors le temps d'accès aux heures de pointe, un jour de semaine.

## 2. Mise en place du réseau routier

### 2.1 Choix des points représentatifs des communes

Afin de garantir la plus grande cohérence au niveau du couplage des modèles, ces derniers doivent avoir la même précision spatiale, à savoir ici les 589 communes de Belgique. À cette échelle, et compte tenu de la densité du réseau de transport belge, des simplifications sont opérées pour des raisons liées à la capacité de calcul et à l'indisponibilité des données. Concrètement, cette simplification consiste à choisir, pour chaque commune, un point considéré comme représentatif de la centralité du réseau ou du bâti. Cela revient donc à assimiler l'accessibilité de ce point à celle de toute la commune ; sur de courtes distances, cette simplification est certes contraignante, en revanche, à l'échelle d'un pays, ce postulat est acceptable.

Les communes étant issues, pour la plupart, de la fusion de plusieurs communes (en 1977), le choix d'un point unique représentant la commune n'est pas chose aisée. Pour autant, dans un souci d'objectivation, des règles systématiques ont été établies en fonction du type de commune. Pour ce faire, cette étape repose sur une typologie communale des « régions urbaines » (Van der Haegen, 1996). Cette dernière distingue quatre types de communes : des agglomérations, des banlieues, des zones résidentielles de migrants alternants et d'autres communes non polarisées. Pour chaque centre d'agglomération (soit 17 communes), nous retenons l'hypercentre (par exemple, pour Bruxelles : la Grand Place). Dans le cas des autres communes, et en absence de couche SIG plus précise, nous nous sommes appuyés sur un géocodage du nom de la commune réalisé grâce aux API<sup>2</sup> de Google Maps. Après vérification, nous avons constaté que celui-ci se faisait la plupart du temps sur l'agglomération principale de chaque commune.

Dans le cas contraire, lorsque le géocodage se trouvait en-dehors d'une zone urbanisée, nous avons procédé à un repositionnement du centroïde en fonction du réseau et de l'agglomération la plus proche.

---

<sup>1</sup> Notons cependant que cette conjecture postulant un budget-temps constant fait l'objet de critiques (Joly I., 2003).

<sup>2</sup> Application Programming Interfaces : bibliothèque de fonctions utilisables dans un programme, dans notre cas, servant à faire des requêtes spécifiques vers les serveurs de Google Maps.

## 2.2 Représentation du réseau routier

Outre le choix des points communaux, une autre simplification est nécessaire, celle du réseau routier. Le réseau routier utilisé, issu du Service public fédéral Mobilité et Transports, contient une hiérarchie de voies allant des autoroutes aux routes nationales, ce qui est généralement suffisant dans le cas d'une modélisation intercommunale (Figure 3). Par ailleurs, les points représentatifs des communes doivent être raccordés par des connecteurs. Lorsque ces points sont éloignés de moins de 200 m, ils sont reliés au réseau routier par un connecteur. Dans le cas contraire, il se peut que le réseau soit insuffisamment détaillé, ce qui implique de digitaliser une route du réseau secondaire sur base des cartes routières disponibles sur internet ainsi que des zones urbanisées ou commerciales définies à partir d'une couche SIG (couche CORINE land cover 2001)<sup>3</sup>.

L'étape suivante consiste à fixer la vitesse en flux libre, qui est un des paramètres du modèle d'affectation du trafic. Ces vitesses ont été fixées en fonction d'une typologie des arcs tenant compte du nombre de voies de circulation, de la séparation ou non des sens de circulation par une bande centrale, ainsi que par le type d'urbanisation traversée.

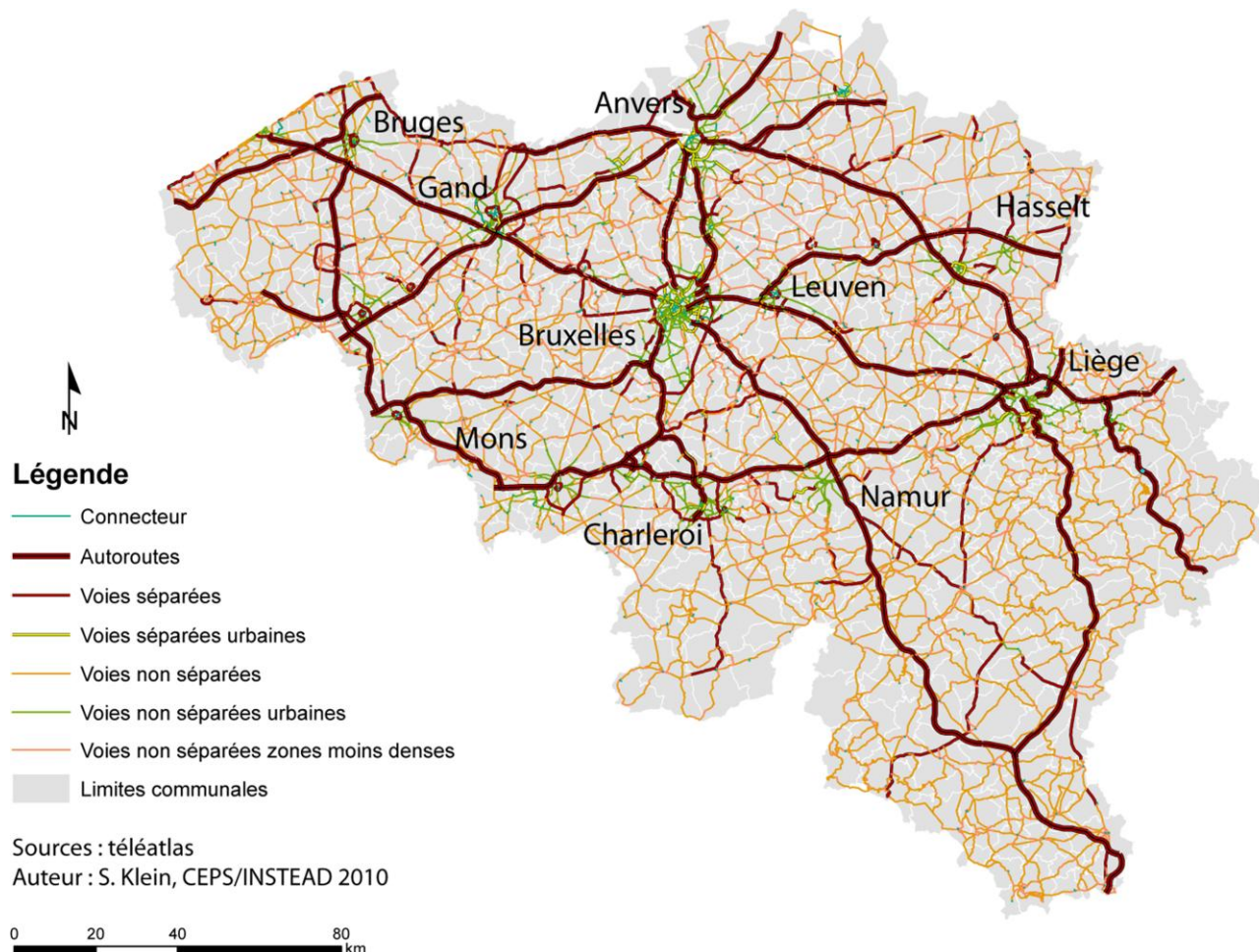


Figure 3: Réseau routier de Belgique

<sup>3</sup> Le paramétrage du réseau implique une vérification SIG des nœuds (intersection de deux arcs) qui doivent correspondre à une possibilité de changement de direction sur le terrain. Du fait de leur impact sur l'accessibilité, une attention particulière a été portée à la vérification des intersections des autoroutes avec le réseau de nationales. Ces vérifications ont été effectuées grâce à des orthophotos.

Le dernier paramétrage important concerne la capacité des routes. D'une manière conventionnelle selon le Ministère de l'Équipement et des Transports, la capacité d'une autoroute est de 2000 unités de voiture particulière (UVP) par heure et par bande de circulation. Celle-ci peut cependant varier en fonction de la géométrie et de l'ampleur du trafic. En ce qui concerne les routes en milieu urbain, la capacité conventionnelle est de 1200 UVP par heure et par bande de circulation. Hors agglomération, cette valeur varie entre 1400 et 2000 UVP par heure et par bande.

Sur la carte (figure 3), on note la position privilégiée de Bruxelles au centre d'un réseau autoroutier reliant les grandes villes du pays, Anvers au Nord, Gand, puis Bruges à l'est. Les principales villes de Wallonie sont également bien reliées avec, d'ouest en est, Liège, Namur, Charleroi et Mons. Le sud du pays apparaît comme moins bien desservi en infrastructures.

### 3. Principe de l'affectation de trafic et de la comparaison des modèles

#### 3.1 Principe d'un modèle d'affectation de trafic

On aborde la modélisation en deux étapes selon que l'on se situe en heures creuses ou en heures de pointe. En effet, en heures creuses, on peut faire l'hypothèse que les trajets s'effectuent sur les tronçons à la vitesse en flux libre. Cela revient donc à appliquer un algorithme de minimisation de coût, tel l'algorithme de Dijkstra (1959), pour déterminer le chemin présentant le coût minimal. La fonction de coût ici retenue est celle d'une minimisation du temps de parcours.

En heures de pointe, nous utilisons un modèle permettant d'affecter les flux sur les chemins de coût minimaux, en tenant compte de la relation qui existe entre le temps de parcours sur une route et le débit de véhicules. Ces chemins minimaux étant préalablement déterminés dans des conditions en flux libres, cela signifie qu'il est possible de partir du modèle calibré en heures creuses pour paramétrer le modèle en heures de pointe. Pour chaque arc du modèle routier doit être définie une fonction débit-vitesse, spécifiant la dégradation de la vitesse maximale qu'il est possible d'atteindre à mesure que le nombre de véhicules approche la capacité maximale de la route. Un grand nombre de fonctions ont été développées et discutées (Branston, 1976), parmi lesquelles les fonctions de type BPR (1) développée par le American Bureau of Public Roads :

$$T = T_0 (1 + \alpha (V/Q)^\beta) \quad (1)$$

avec  $T$  : le temps de trajet,  $V$  : le flux,  $Q$  : la capacité de l'arc routier,  $T_0$  : le temps de trajet en flux libre et  $\alpha$  and  $\beta$  : les paramètres de la fonction fixés selon la typologie des routes. Elle évolue de la façon suivante (Figure 4) :

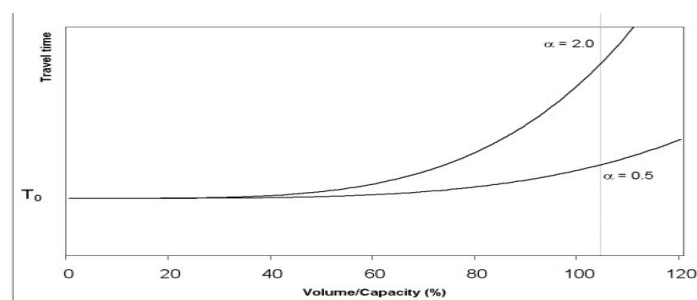


Figure 4 : Représentation graphique d'une fonction de type BPR (Bureau of Public Roads, 1964)



Le modèle retenu pour l'affectation en heures de pointe repose sur la première hypothèse de Wardrop (Wardrop, 1952) qui spécifie les conditions permettant d'atteindre un équilibre utilisateur. Un tel équilibre stipule qu'aucun usager ne peut seul améliorer son temps de parcours en modifiant son itinéraire. On fait une approximation de cet équilibre par la méthode des moyennes successives (Method of Successive Averages).

A l'issue de cette procédure d'équilibrage, une nouvelle vitesse est affectée à chaque tronçon routier. On calcule alors la matrice des temps de trajet entre chaque commune grâce à un algorithme de plus court chemin (Dijkstra, 1959).

### 3.2 Principe de la validation par comparaison du modèle

#### 3.2.1 Statistiques d'ajustement

Dès lors que le modèle d'accessibilité est paramétré, se pose la question de la validation de ce dernier. Comme nous l'avons souligné, en l'absence de base de référence suffisamment exhaustive et précise, nous avons opté pour une comparaison de nos modèles avec une base de temps déclarés (MOBEL, 1999) ainsi qu'avec d'autres modèles basés sur des méthodologies différentes afin de les valider. Cette procédure permet à la fois la validation, la vérification et l'ajustement de nos modèles à différentes étapes de son élaboration.

Pour tester l'ajustement des modèles et leurs estimations, il existe plusieurs indices statistiques permettant la comparaison de matrices observées ou estimées (Knudsen et Fotheringham, 1986). Les indices suivants ont en particulier été relevés pour leur sensibilité linéaire au niveau d'erreur pour une matrice complète de couple.

- SRMSE : Standardized Root Mean Square Error

$$SRMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (t_i - \hat{t}_i)^2 / m \times n}{(\sum_{i=0}^n t_i) / n}} \quad (2)$$

avec  $t_i$  et  $\hat{t}_i$ , les temps de parcours observés et estimés. La limite inférieure de cette statistique est zéro, indiquant une prédiction parfaite et sa limite supérieure est généralement 1, bien que des valeurs supérieures à un, puissent survenir quand l'erreur moyenne est supérieure à la moyenne.

- la statistique phi

$$\phi = \sum_i p_i |\ln(p_i / q_i)| \quad (3)$$

avec  $p_i$  et  $q_i$  les probabilités des flux observés et estimés. Cette statistique a pour limites zéro et l'infini.

- la valeur absolue de la statistique psi

$$\bar{\psi} = \sum_i p_i |\ln(p_i / s_i)| + \sum_i q_i |\ln(q_i / s_i)| \quad (4)$$

avec  $p_i$  et  $q_i$  les probabilités des flux observés et estimés, et  $s_i = (p_i + q_i) / 2$ . Cette statistique n'a pas de distribution théorique connue.

Nous avons testé deux autres statistiques :

- AED : Absolute Entropy Difference, définie comme la valeur absolue de la différence des entropies entre les valeurs de probabilités observées et prédites.

$$AED = |H_p - H_q| \quad (5)$$

avec  $H_p$  et  $H_q$  les entropies de Shannon (Shannon, 1948) telles que  $H_p = -\sum_i p_i \ln(p_i)$ .

- le chi carré :  $\chi^2$

$$\chi^2 = \sum_i \frac{(p_i - q_i)^2}{q_i} \quad (6)$$

### 3.2.2 Analyse de sensibilité

Nous avons testé la sensibilité de ces indicateurs sur l'échantillon de MOBLOC en heures creuses en introduisant un terme d'erreur (7) :

$$q_i = p_i + \delta \cdot (p_i \cdot \text{rnd} \cdot \text{fact}) \quad (7)$$

avec  $q_i$  : les valeurs estimées du temps de parcours,  $p_i$  : les valeurs observées du temps de parcours,  $\delta$  : nombres aléatoires  $\{-1,1\}$ , rnd : nombre aléatoire  $[0,1]$  et fact : pourcentage d'erreur. Pour chaque niveau d'erreur, les valeurs des indices statistiques AED,  $\chi^2$ , SRMSE,  $\varphi$  et  $\psi$ , ont été calculés.

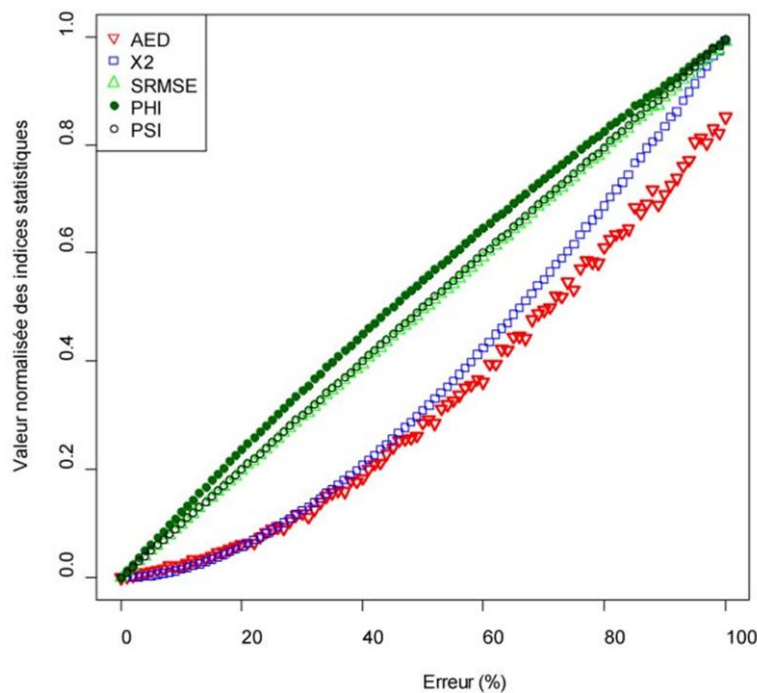


Figure 5: Test de sensibilité à l'erreur pour cinq statistiques d'ajustement

Cette procédure a été répétée plusieurs fois ( $n=100$ ) et les moyennes des indices ont été calculées. La sensibilité de chaque indice selon la variation des niveaux d'erreur est reportée en figure 5, avec en abscisse les niveaux d'erreur et en ordonnée la valeur standardisée de l'indice statistique moyen.

Les statistiques SRMSE,  $\varphi$  et  $\psi$  présentent une relation linéaire au taux d'erreur, au contraire de l'AED et  $\chi^2$  qui sous-estiment le taux d'erreur pour les faibles taux d'erreur aléatoire.

## 4. Modèle d'accessibilité en heures creuses

### 4.1 Affectation en heures creuses

Le modèle routier a été importé dans le logiciel OmniTRANS<sup>4</sup>. C'est également dans ce logiciel que sont réalisées les affectations de trafic en heures creuses comme en heures pleines.

Trois modèles ont été mis en œuvre et trois matrices des temps ont été générées en heures creuses selon une affectation tout-ou-rien (AON assignment) en fonction des typologies de routes et de leurs vérifications successives, avec une cartographie des temps issus des observations d'une part, et par le calcul de leur ajustement avec les autres sources d'autre part.

Le premier modèle (Mob\_a) base sa typologie de routes selon la classification communale de Van der Haegen *et al.* (1996).

Le modèle Mob\_b s'appuie sur une typologie différente tenant compte de la traversée des zones urbaines ou commerciales à un niveau infracommunal.

Le modèle Mob\_c, quant à lui, est une variante de Mob\_b, pour laquelle on a cherché à corriger les écarts de vitesse s'éloignant de plus de 20% par rapport aux temps déclarés MOBEL et par rapport aux temps de trajet estimés par le modèle Google Maps, pour les distances supérieures à 10 km. Nous avons choisi de ne pas retenir le cas des distances trop faibles. En effet, les origines et destinations dans MOBEL peuvent se situer partout dans le périmètre d'une commune. Ainsi, nous avons pu calculer que la distance moyenne des trajets domicile-travail et domicile-études intracommunales fait 4 km, ce qui donne une idée de l'erreur possible sur les distances intercommunales. Les corrections apportées ont varié, allant de l'ajout de liaisons routières, là où la hiérarchie routière retenue ne permettait pas une modélisation réaliste de la desserte des communes, jusqu'à la correction des paramètres des liaisons routières (correction du nombre de voies) à l'aide de photos aériennes.

La représentation cartographique des temps à partir de chaque commune à destination de Bruxelles est présentée en Figure 6. On constate que les classes de temps de trajets vers Bruxelles s'étalent différemment selon les modèles. Les modèles Mob\_a et UCL ont une distribution des classes plus large autour de Bruxelles, ce qui correspond à des vitesses plus importantes. Les modèles Mob\_b et Mob\_c révèlent une distribution similaire à celle du modèle Google Maps, et montrent une distribution plus resserrée, correspondant à des vitesses plus réduites. Par ailleurs, on peut voir à travers la distribution des classes le long des axes autoroutiers que ces modèles sont davantage sensibles à la hiérarchie des routes par rapport à Mob\_a et UCL.

---

<sup>4</sup> Version 5.0.28, développé aux Pays-Bas par la société OmniTRANS International.  
<http://www.omnitrans-international.com>

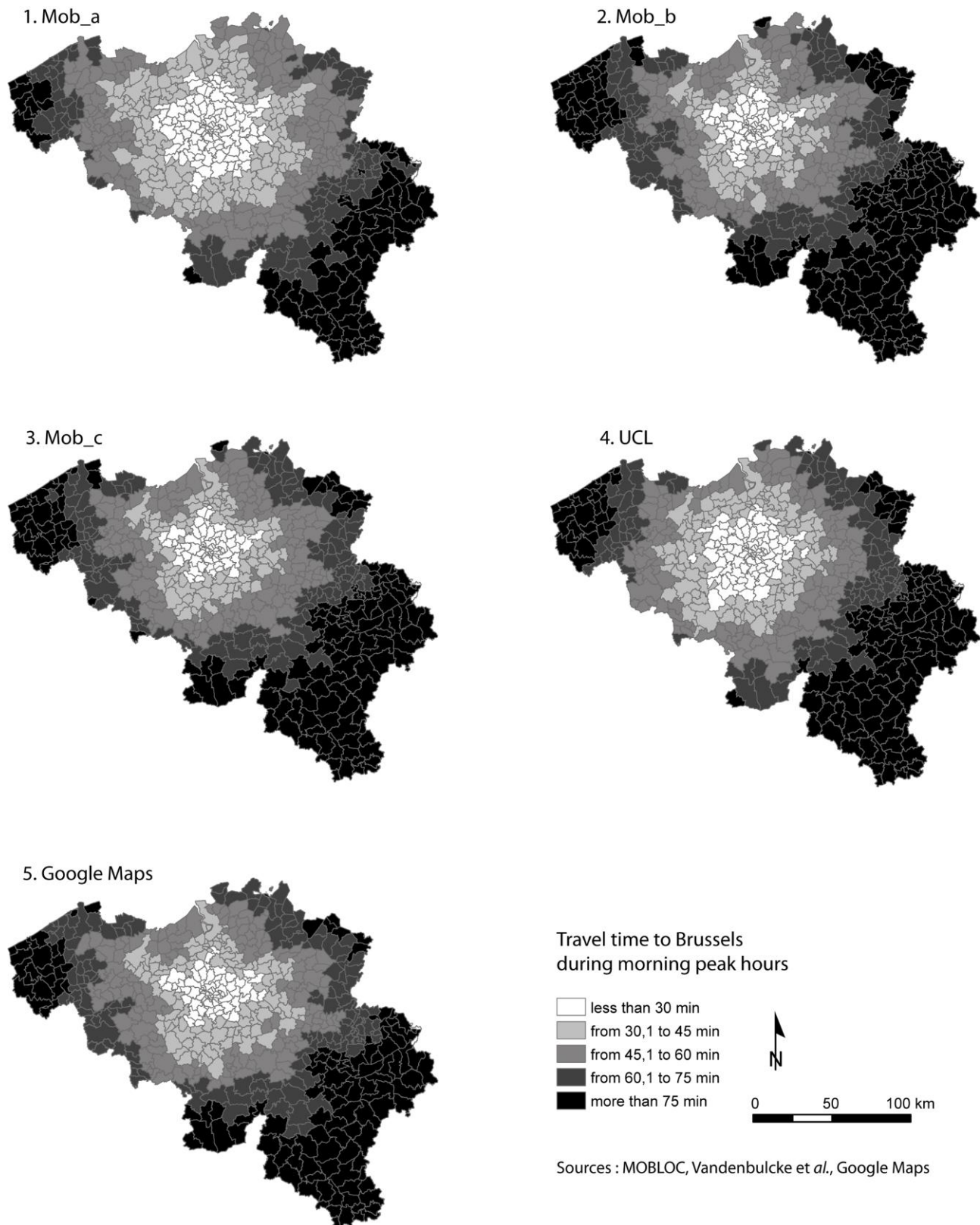


Figure 6: Représentation des temps de trajet en heures creuses selon différents modèles

## **4.2 Enquête et modèles d'accessibilité pour la Belgique**

### **4.2.1 Enquête MOBEL**

La base d'observation disponible est issue de l'enquête nationale réalisée en 1999 sur la mobilité des personnes en Belgique dans le cadre du projet MOBEL (Hubert et Toint, 2001). Nous disposons ainsi, à l'échelle du pays, de données de temps de parcours pour un jour ouvrable moyen hors vacances scolaires, ce qui correspond à 10036 observations brutes. Cette base servira de référence pour les comparaisons en heures de pointe du matin et en heures creuses pour une journée type.

Des observations de MOBEL, il faut néanmoins soustraire les observations hors du champ de notre étude. C'est le cas, par exemple, pour des localisations hors du périmètre d'étude (origine ou destination à l'étranger, par exemple) ou encore des valeurs aberrantes (valeurs nulles ou distances très inférieures à la ligne droite entre deux centroïdes de communes). En regroupant les observations restantes en période creuse (soit en dehors des deux périodes de pointe entre 7 et 9h et entre 15 et 18h), nous avons ainsi un total de 1125 couples origine/destination, et 598 en heures de pointe du matin (7-9 h).

### **4.2.2 Modèle routier internet : Google Maps**

Il a été possible, grâce aux API mises à disposition par Google, de procéder à la résolution des itinéraires entre les couples O/D en heures creuses présents dans la base MOBEL. Pour cela, une première étape a consisté à géocoder les origines et destinations afin de vérifier leur adéquation avec les centroïdes retenus dans modèle routier. Les données routières utilisées dans Google Maps sont fournies par le Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap (Ministère de la Communauté flamande) et par le Ministère de l'Équipement et des Transports.<sup>5</sup> Il s'agit donc a priori du même réseau que celui dont nous disposons, à un niveau de détail moindre. Nous utiliserons ce modèle pour les comparaisons en heures creuses uniquement. Ce modèle sera par la suite noté GMAP.

### **4.2.3 Modèle développé à l'UCL**

Dans le cadre du projet 'Accessibility indicators to places and transports' un modèle d'accessibilité a été développé par G. Vandenbulcke *et al.* (2009) à l'échelle de la Belgique. L'approche est sensiblement différente en ce qui concerne le calcul de l'accessibilité, puisqu'elle implique une impédance sur les tronçons d'une commune selon sa densité d'emploi et de population. Les calculs sont disponibles pour toutes les communes en heures creuses. En heures pleines en revanche, seuls sont disponibles les temps des communes à destination des 53 villes des trois niveaux supérieurs de la hiérarchie urbaine belge actualisée (Van Hecke, 1998). Ce modèle sera par la suite noté UCL.

---

<sup>5</sup> [http://www.google.com/intl/fr\\_fr/help/legalnotices\\_maps.html](http://www.google.com/intl/fr_fr/help/legalnotices_maps.html)

### 4.3 Qualité de l'ajustement en heures creuses

Les statistiques d'ajustement des modèles en heures creuses sont résumés dans le Tableau 1.

Modèle	AED	$\chi^2$	SRMSE	PSI	PHI
Mob_a	0,026	12670	0,84	0,30	0,33
Mob_b	0,037	5779	0,68	0,27	0,30
Mob_c	0,036	5789	0,67	0,27	0,29
UCL	0,048	11400	0,80	0,30	0,33
GMAP	0,024	6281	0,76	0,28	0,29

Tableau 1: Valeurs d'ajustement des modèles en heures creuses

En ce qui concerne l'AED, les modèles Mob\_a et GMAP sont mieux positionnés que Mob\_b, UCL et Mob\_c. Par contre, pour  $\chi^2$ , SRMSE,  $\psi$  et  $\varphi$  les modèles Mob\_b et Mob\_c et GMAP présentent des ordres de grandeurs similaires devant Mob\_a et le modèle UCL.

Il semble donc que la prise en compte du type d'urbanisation traversée des modèles Mob\_b et Mob\_c apporte un niveau de précision intéressant, si on se base sur les comparaisons cartographiques avec GMAP et les quatre dernières statistiques du tableau 1. A la lumière des résultats de ces statistiques, le modèle Mob\_c a été conservé plutôt que Mob\_b pour mettre en œuvre le modèle en heures de pointe.

## 5. Modèle d'accessibilité en heures pleines

### 5.1 Affectation en heures de pointe du matin

Trois modèles ont là aussi été testés. Ils ont été construits sur le modèle Mob\_c. Les paramètres de la fonction débit-vitesse doivent être définis pour les différents arcs routiers. Là encore, nous les définissons en respectant la typologie définie lors de l'étape de mise en place du réseau routier. Les flux issus de l'enquête socio-économique de 2001 ont été rapportés à une périodicité d'une heure et affectés sur les arcs routiers par un script recherchant un équilibre utilisateur<sup>6</sup>.

Deux jeux de paramètres ont été testés à partir du modèle Mob\_c défini en heures creuses, notés Mob\_c1 et Mob\_c2 et leurs temps à destination de Bruxelles cartographiés (Figure 7).

On a conservé la discrétisation des temps de trajets en heures creuses dans un but de comparabilité. Dans le Mob\_c1, les couronnes des communes d'une même classe temporelles sont très resserrées par rapport à la situation de Mob\_c2. Les temps d'accès dans le cas du modèle UCL en heures de pointe ont une distribution concentrique autour de Bruxelles, au contraire des modèles développés dans MOBLOC qui privilégient un axe Anvers-Bruxelles.

L'explication réside probablement dans la présence des deux autoroutes qui relient les deux villes, et donc mieux à même de répartir les flux entrants vers Bruxelles en heures de pointe que dans le cas des autres communes périphériques, la plupart ne bénéficiant que d'une seule autoroute.

<sup>6</sup> La matrice O/D de la demande de déplacements est affectée sans tenir compte de la diagonale.

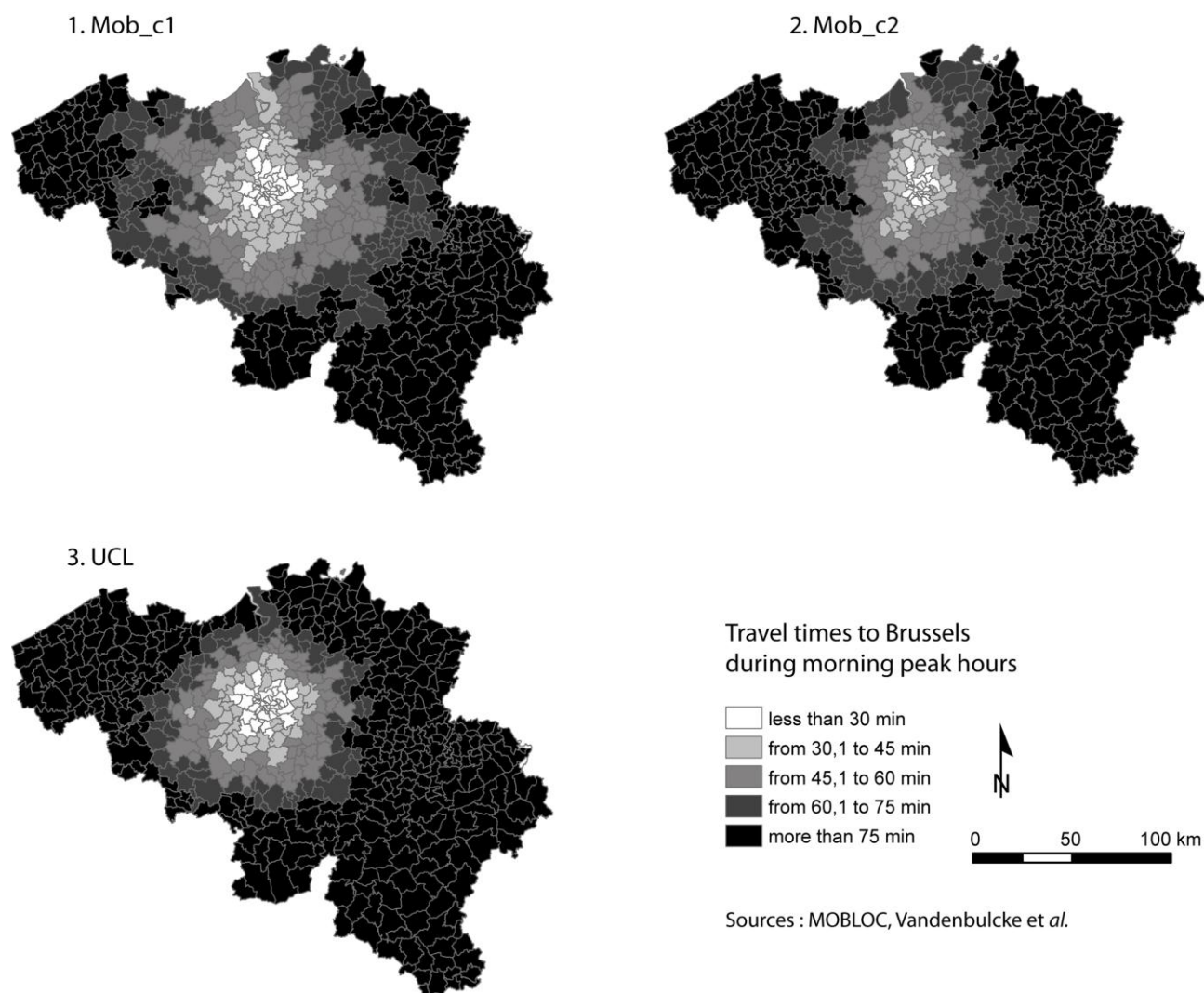


Figure 7: Temps de trajet vers Bruxelles en heure de pointe du matin selon les différents modèles

## 5.2 Qualité de l'ajustement en heures pleines

Les résultats des statistiques comparant les observations de MOBLOC en heures de pointe du matin avec les matrices de temps des différents modèles sont présentés dans le Tableau 2. Précisons que cette dernière comparaison est faite sur un effectif de 230 couples O/D. Cet effectif est bien plus réduit que dans l'analyse en heures creuses pour deux raisons. D'une part, la période considérée est plus courte, et d'autre part, les données disponibles dans le modèle UCL ne concernent pas toutes les destinations, mais seulement les communes des trois premières classes de la hiérarchie urbaine de Van Hecke.

Modèle	AED	X <sup>2</sup>	SRMSE	PSI	PHI
Mob_c1	0,019	801	0,312	0,234	0,241
Mob_c2	0,024	883	0,376	0,276	0,279
UCL	0,068	872	0,420	0,262	0,272

Tableau 2: Valeurs d'ajustement des modèles en heures de pointe du matin

Des statistiques d'ajustement des trois modèles sont présentés dans le tableau 2 et ont des ordres de grandeurs similaires. Le modèle Mob\_c1 présente les meilleurs résultats. Nous considérons ainsi que c'est sur ce modèle que doivent être calculés les indicateurs d'accessibilité permettant le retour vers le modèle de migration de MOBLOC (Figure 1).

## 6. Conclusion

L'objet de cette communication était double : d'une part présenter la mise en place d'un modèle basé sur un réseau routier simplifié à l'échelle des communes de Belgique, et d'autre part de définir des critères de validation de ce modèle s'appuyant sur deux sources, le modèle Google Maps et le modèle développé à l'UCL (Vandenbulcke et *al.* 2009).

Concernant le premier point, on peut dire que malgré les simplifications opérées au niveau du réseau routier, simplifications rendues nécessaires pour des raisons pratiques de temps de calcul et de disponibilité des données, il a été possible de mettre en place un modèle d'accessibilité en HC et en HP à l'échelle de toutes les communes de Belgique.

Enfin, concernant la méthode de validation retenue avec l'emploi des statistiques d'ajustement, elles-mêmes, on constate une certaine variabilité dans les résultats, qui favorisent parfois l'un ou l'autre modèle.

Certaines précautions doivent néanmoins être soulevées, quant à l'utilisation des temps de trajets déclarés sur une base d'enquête. D'une part, concernant les trajets en période creuse, ceux-ci sont assimilés à des conditions de trafic fluide, ce n'est pas forcément le cas en milieu de journée, même en dehors des heures de pointe. Néanmoins, il est nécessaire de prendre en compte de tels intervalles pour disposer d'un effectif suffisant.

En second lieu, il faut garder à l'esprit l'incertitude liée à la précision des réponses. Ainsi on peut supposer que les temps de trajets courts seront plus fréquemment arrondis (à 5 ou 10 min) ce qui crée une erreur proportionnellement plus importante par rapport au temps réellement nécessaire.

Des relevés terrain, en éliminant la part de subjectivité de la base d'enquête, permettraient-ils un meilleur ajustement ?



## Références bibliographiques

- Branston, D. (1976) Link capacity functions : a review. *Transportation Research* 10, 223-236
- Brück L., Halleux J.-M., Mérenne-Schoumaker B., Savenberg S. et Van Hecke E., 2001. « L'intervention de la puissance publique dans le contrôle de l'étalement urbain - Première partie : état de la question en Belgique », *SSTC - Leviers d'une politique de développement durable*, 154 p. - <http://www.ulg.ac.be/geoeco/segefa>
- Bureau of Public Roads (1964) *Traffic Assignment Manual*. Urban Planning Division, US Department of Commerce, Washington D.C.
- Cornélis E., Bahri A., Eggerickx T., Carpentier S., Klein S., Gerber P., Pauly X., Walle F., Toint P., 2009. *Mobilities and long term location choices in Belgium "MOBLOC"*, Final report for the Belgian Science Policy, Phase 1. 47 p.
- Dijkstra E. W. (1959) A note on two problems in connexion with graphs. *Numerische Mathematik*, 1, p. 269–271.
- Goodwin, P. (1995). Car dependence. *Transport Policy*, 2(3), p. 151–152.
- Halleux J.-M., Brück L., Mairy N., (2002). « La périurbanisation résidentielle en Belgique à la lumière des contextes suisse et danois: enracinement, dynamiques centrifuges et régulations collectives », *Belgeo*, 4(2002), p. 333-354.
- Hubert J-P., Toint P. (2002) *La mobilité quotidienne des Belges*. Presses Universitaires de Namur. 352 p.
- Joly I. (2005) «Décomposition de l'hypothèse de constance des budgets temps de transport», in *Mobilités et temporalités* Montulet B et al.(dir), Facultés Universitaires Saint Louis, Bruxelles, 129-150
- Knudsen D. C., Forthingham A. S. (1986) « Matrix Compararison, Goodness-of-Fit, and Spatial Interaction Modeling », *International Regional Science Review*, Vol. 10, No. 2, p. 127-147
- Shannon, C. E. (1948) The mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal* 27: 379-423 ; 623-56
- Van der Haegen H., Van Hecke E., Juchtmans G. (1996) *Les régions urbaines belges en 1991*, Études Statistiques, n° 104.
- Van Hecke E. (1998). « Actualisation de la hiérarchie urbaine en Belgique ». *Bulletin du Crédit Communal*, vol. 205, n° 3, p. 45-76.
- Vandenbulcke G., Steenberghen T., Thomas I. (2009) Mapping accessibility in Belgium: a tool for land-use and transport planning? *Journal of Transport Geography*, 17(2009) p. 39-53
- Wiel M., (1999). *La transition urbaine ou le passage de la ville pédestre à la ville motorisée*, Mardaga, 149 p.
- Zahavi Y. et Talvitie A. (1980) « Regularities in Travel Time and Money Expenditure », in : *Transportation Research Record*, 750, 13-19.

# MOBLOC : links between residential mobility and accessibility

Xavier PAULY<sup>7</sup>

Eric CORNELIS<sup>7</sup>

Fabien WALLE<sup>7</sup>

*Abstract:.. This paper relies on the results of the MOBLOC project which aimed at analyzing localization choice for household, daily accessibility and their strong interactions. Broadly speaking, a mechanism of this interaction can be described as follows: traffic evolution impacts accessibility, which itself, together with long-term societal changes, affects internal population migration and household localization, which in turn influences mobility (traffic) and accessibility. The analysis of this interaction requires two complementary intertwined modelling approaches: the first centred on the residential migration and the second on the evolution of accessibility. We will particularly focus here on the residential mobility described through two successive models: one dealing with the propensity to move and the second with the localization choice.*

**Keywords:** residential mobility, accessibility, migration, model

## 1. Introduction

Mobility and transport evolve with time and interactions are numerous between daily mobility and household migration. The evolution of the transport system has deeply modified the barrier of distance and has largely opened the choices in term of residence place. The continuing urban sprawl phenomenon (Brück et al, 2001 – Halleux et al., 2002) resulting from these modifications has itself resulted in a strengthening of the property and housing market in certain territories, pushing people (young couples in particular) towards a residential localization which is further and further away from the traditional, urban activity centres. The tensions between daily and residential mobility have therefore increased, notwithstanding the recent rise in energy costs. This in turn generates unsustainable effects on society and environment. But these new residential choices have in parallel induced new mobility behaviours, based on an extensive (and probably excessive) use of the private car (Wiel, 1999) in daily trips (home-work/school, shopping, leisure ...). Social life itself (visits to friend and family) has become more spatially dispersed.

One already knows that the propensity to change residence is determined by a number of individual or household characteristics such as age, citizenship or income, but the effects of long-term trends as population ageing, the evolution of the household/family structure on both residential choices and mobility behaviours remain so far largely unanticipated. Therefore the MOBLOC research project, funded by BELSPO and undertaken by GRT (University of Namur), GéDAP (UCL) and CEPS-INSTEAD, aimed at analyzing retroactions between demographics and the evolution of mobilities at different time-scales. In particular, localization choice for household, daily accessibility and internal migrations appear to have strong interactions. Broadly speaking, a mechanism of this interaction can be described as follows: traffic evolution impacts accessibility, which itself, together with long-term societal

---

<sup>7</sup> University of Namur (FUNDP), naXys, Transportation Research Group (GRT)

changes, affects internal population migration and household localization, which in turn influences mobility (traffic) and accessibility.

The analysis of this interaction requires two complementary intertwined modelling approaches: the first centred on the residential migration and the second on the evolution of accessibility.

In this paper the focus will be put on the first axe, residential mobility. Due to lack of more spatially accurate data, this residential mobility has to be understood in this research project as a change of municipality. For analyzing the factors having an impact on this kind of mobility, we develop, within the MOBLOC framework, two models, each taking into account one stage of the decision process for changing home location. The first one deals with the propensity to move and determines which are the household characteristics impacting the choice of staying at the same location or to move to another residence. The second one models how the new residential location (municipality) is chosen when the decision to migrate is taken.

This paper is structured as follows. The global methodology underlying development of the different models is first presented. In this section, we will also sketch the developed accessibility model. Then the focus is put on the migration model and more especially on its two components. A section will be devoted to the propensity to move model. It will describe the data used, the structure of the model and the obtained results. Another section will then present the localization model. Here also the available data will be described; then we will discuss the different types of models developed in this phase of the project to end with the structure of the discrete choice model which seems the most promising for modelling this location choice. Finally, this paper will be concluded with the possible applications of the developed framework and with the possible further steps.

## **2. General MOBLOC framework**

Thus let us first describe the global methodology of the project relying on Figure 8 and examining the data flows through the inputs and outputs of each model and the interactions between them.

Since the main objective of MOBLOC is to draw up a link between residential migration and daily mobility, the two main bricks of the project are the residential migration model and the accessibility model. However, as Figure 8 shows, other models are necessary to reach this goal.

The inputs of the residential migration model are individual data. It includes age, gender, level of education, household evolution, previous migration and the current (at time/year Y) residential municipality. The final output is the new residential municipality (one year after, Y+1). This model has been split up into two sub-models: a propensity to move model and a localization model.

The first one uses some of the individual information to predict if a migration occurs (i.e. if a individual moves) between the years Y and Y+1 (from a municipality to another – not inside a given municipality). If the answer is yes, then the localization model will simulate the localization choice between the 588 other Belgian municipalities.

As one of the individual characteristics is the activity status, a data aggregation at the municipal level allows providing the number of working people per municipality which is one of the inputs of the transport model and more precisely of the travel demand model.

Travel demand model is indeed based on two inputs: the number of working people and the number of jobs per municipality. These are the margins of an O/D matrix from which a gravity model will build all the inner cells. This model assumes that the intensity of flows between an origin and a destination depends on the respective masses of the spatial units (jobs/employed people) and is inversely proportional to the distance between them (thus regarded as an obstacle to the interaction). Border effects (between regions) are also taken into account.

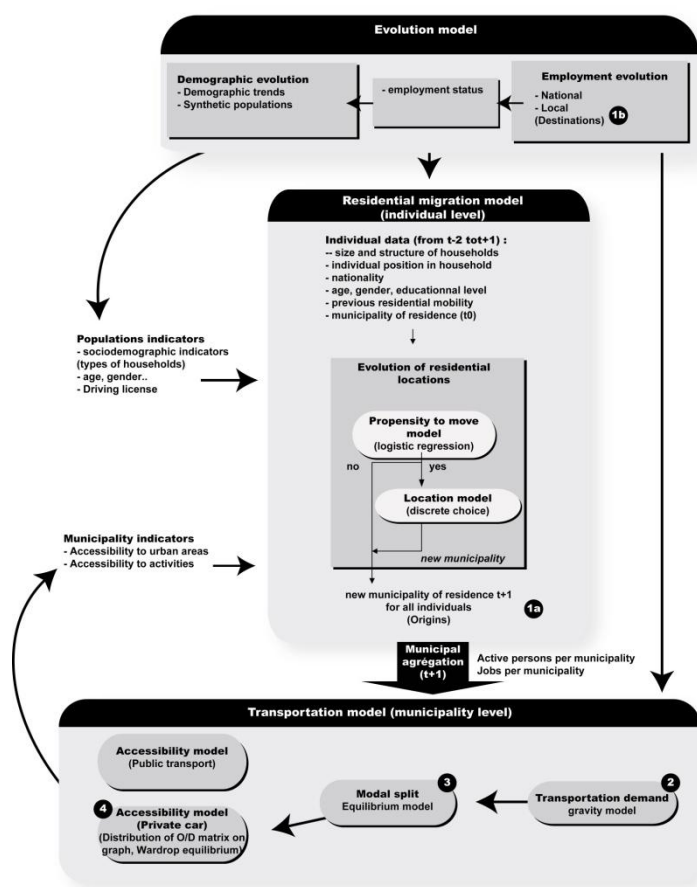
Let us remark that for now, this matrix only takes into account the work-home trips (demand) because of the used inputs. Even if this assumption is very restrictive, it is a first good approximation considering the available data (as we use them for the peak hours model). Nevertheless possible improvements could be forecast.

The next step of the transport models is a modal split model. Its purpose is to compute from the global O/D matrix another one concerning only the trips achieved by car. This step is necessary to provide a feasible input for the private vehicle accessibility model which is an essential brick of the project. This model (in fact, two: one for morning peak period, one for off peak) outputs is a matrix of the travel time between each municipalities pair (during the morning peak hours on a working day, off peak respectively) by car.

At the end, the travel times between municipalities will be used to compute different accessibility indicators (to employment, services ...). These will be included as inputs of the localization model (the second step of the residential migration model) to measure the attractiveness of the municipality.

For analyzing the impacts of different evolution scenarios, this chain of models will be used in a prospective way so that it will be necessary, at each step, to update the input values for the residential migration model. This is the role of the evolution models used to determine how data must be updated to incorporate the changes from a year to the next one. They include different kinds of techniques at different levels: aggregate and disaggregate, e.g. demography trends, synthetic population...

Figure 8 : Pattern of the MOBLOC project



To close this section we will briefly describe the accessibility model; more details could be found in (Klein et al., 2010).

Within the context of the MOBLOC project accessibility is defined here as the "the greatest or least ease of moving from a Point A to a Point B" (Reymond et al., 1998). Therefore, through the accessibility model, the objective is to provide a measurement of this ease for some specific spatial points. In this project this ease of movement is expressed in the traditional manner of journey time, whilst at the same time being aware that other criteria such as cost or even comfort may be taken into consideration.

Given the general objective of the MOBLOC project, which is based on model coupling, there is a large constraint, i.e. the accessibility modelling for all 589 Belgian municipalities. In fact, to guarantee the greatest degree of consistency at the model coupling level, the model must have the same spatial precision, i.e. the 589 municipalities here. On this scale and given the density of the Belgian transport network, simplifications have had to be undertaken in order to enable the calculation to be completed in a reasonable time. More specifically this simplification consists of choosing for each municipality a point considered as representative of its centrality according to the network or the urban areas. This comes back therefore to assimilating the accessibility from this point to that of the whole municipality; over short distances this simplification certainly imposes a constraint, but on the other hand, at country level, this premise seems to be a realistic one.

For the accessibility model, the *input* corresponds to an origin/destination matrix of workers and students using the car as the main mode for their home/work or home/school journey. In the first iteration, this data was sourced from the 2001 INS Socio-Economic Survey. The *outputs* of the model will be a square matrix of the minimum/optimum access times between each pair of municipalities. These outputs (i.e. travel-time indicators) are then used for the coupling of the models.

The large phases of the accessibility modelling consist in traffic assignment on the network to consider congestion in the calculation of access time. Two road accessibility models were set-up, the former for off-peak hours, the later for morning peak hours (7 to 9 A.M.). The off-peak hours model is based on a free-flow calculation of the shortest path on the network. During in-peak hours, we use a model allowing to assign the demand matrix on the shortest cost paths, taking account of the relationship between the travel time on a road and the vehicles flow. It is based on the first hypothesis of Wardrop (Wardrop, 1952) and specifies the conditions allowing reaching a user equilibrium by the method of successive averages.

### 3. Propensity to move model

The first stage in a residential mobility model is to understand why people decide to change their location. This is the goal of our propensity to move model, which will highlight the factors involved in the decision “Shall I move or shall I stay?” as well as their respective weights in this choice. Applied on a synthetic population (Barthelemy and Toint 2010) located at municipality level, it will determine which are the candidates for migration.

Before going deeper in methodologies it should be mentioned that we could access to a first database (*National Register - NR*) describing states at successive 1st of January at an individual level from 2001 till 2006. That means that we cannot observe any real events but the ones deducted from transitions between two consecutive firsts of January. A second source of data is the national census (Socio-Economic Survey – **ESE 2001**) achieved in October 2001 giving only one shot information. This remark about the lack of series data is important for the prospective step as we will see later. We define that a residential migration occurs for an individual when his/her residential place (municipality) is different between two successive 1st of January. So migration inside the same municipality or multiple migrations in one calendar year are not detectable in the datasets since we only have the records of the municipality for the place of residence at each 1st of January. The measured “risk” reflects thus the fact that the residential municipality at a 1st of January is different from one year to the next one. This kind of "event" is quite rare since it concerns 4% of the Belgian population each year.

The explanatory variables were selected according to a literature review (e.g. Debrand and Taffin, 2005; or Henley, 1998) and their availability through the National Register or the Socio-Economic Survey of 2001. We are dealing with individual characteristics as well as housing and area of residence characteristics. As **individual characteristics** we selected age, gender, nationality, household type, number of individuals per household, position in the household (i.e. the link with the head of household), the highest education level successfully completed, the activity status and type of activity, and if a migration occurred the year before. As **housing characteristics** we considered the type of housing (house, flat...) and housing tenure type. As regards **area of residence characteristic**, we took into account the urban/rural profile of the municipality (downtown, rest of the city, old and recent periurban areas, rural areas) built by Van der Haegen et al. (1996).

However since the highest education level successfully completed and the activity status are strongly associated, we decided to keep only one from these two variables. We finally chose the education level for two main reasons: firstly, the way activity status and activity types have been built in the ESE2001 survey is not satisfying. Secondly, education level is a "capital" that one cannot lose contrary to activity status; hence, it is a more stable variable in time and should be easier to project in a near future. In this context and given that education level is generally as good as activity status as a proxy for the socioeconomic profile of individual we preferred selecting education level. We have also kept in the set of variables the housing tenure type because it is just essential to analyze residential migration: this variable largely discriminates people in migration depending on whether they are renter or owner, or whether they are renter in a public or private market. For instance the ratio of migrating people is more than 3 times higher for renters in a private housing than for owners. Extracted from the Socio-Economic Survey of 2001, housing tenure type at individual level is only available at one date (October 2001). However trends provided by the National Institute of Statistics shows that it is a stable state through times, especially in Belgium where ownership is traditionally high: between 1991 and 2001, the percentage of owners increased from 65.4 to 65.9%, and forecast concerning potential impact of an economic uncertainty on becoming owners do not seem significant in the Belgian market (Vanneste et al., 2007). In this context, it appears that this variable would be stable during time, and not too complex to forecast in a near future.

Once the variables to be taken into account chosen, we had to decide which methodology to be used for building our propensity to move model. After different attempts, we focused on the binary logistic regression.

In such a model we also want to take advantage of the dynamic dimension of the available data and analyze past and anticipation effects. Indeed, it seems obvious that past information in the life of an individual can help to explain his/her migration behaviour. For example a change in the household's structure or size (which can reflect events such as separations, births or unions) can increase (or decrease) the probability for change in residential municipality. At the same time we also want to test effects from anticipation. For instance, testing whether an observed migration for a couple in the transition period  $Y$  and  $Y+1$  may be explained by the fact that this couple has a baby within the transition period  $Y+1$   $Y+2$ . They could have anticipated the birth by looking for a bigger housing the year before. Therefore, while building the model which has to explain migration between years  $Y$  and  $Y+1$ , we looked for a suitable way to include this dynamic dimension. Rather than simply use the state variables at the first of January of the years  $Y-2$ ,  $Y-1$ ,  $Y$ ,  $Y+1$  and so on, we decided to use the state variables only at time  $Y$  and to create transition variables which describe variation in the state variables between two successive 1st of January. These transition variables have been created for variables from the National Register i.e. household structure and size, position in the household and nationality. But for anticipation we have only considered household transitions (variables related to household). Regarding the Socio-Economic Survey of 2001 variables, as they are only available in October 2001, it was not possible to create transition variables. These transformed variables are helpful to add in the model a "temporal depth" of one or more years back or forward. From a statistical point of view, transition variables as a substitute of a sequence of temporal successive states have the great advantage to handle multicollinearities or autocorrelation, which could occur when using these states as explanatory variables in the model.

Moreover, they make easier the interpretation of the results since transition variables implicitly suppose an event (although not observed). At a last point, it should be said that since dynamic database allows catching unobserved heterogeneity, we add in the model an autoregressive dimension which is the dependent variable at the previous year (did an individual move the year before?).

For calibrating the model, the question to use a sample rather than the entire base arose when we faced some problems with the size of the database and the calculation time. As there are more than 10 million citizens in Belgium, we have about the same number of observations, which is more than necessary. We may indeed reasonably reduce the size of the sample without losing quality of information for the model. However as residential migration is a rare event (4% per year), we wanted to increase its frequency in order to improve the quality of the coefficients of regression (Allison, 1999). This is the reason why we oversampled the migrants. As a consequence the final sample is based on a stratified random sampling in the overall Belgian population. Stratification has been done according to the dependent variable: for one year observed, we selected all people having changed from municipalities and, for the non-migrants, we realized a simple random withdraw. The total number of individuals drawn for the sample arises 2 millions and the percentage of annual migrants comes around 15%.

The sample was, for the calibration, divided in two sub-samples : 70% of the drawn individuals were used for the calibration itself whilst the other 30% were kept to test and validate the models.

Different models were built in order to compare migration model for two different transition periods: 2002-2003 and 2003-2004, but also to test the effects/advantages of adding older (delay) or future (anticipation) information. The Table 1 below summarizes the five models tested and the variables selected (with their source) in each case.

We used the stepwise procedure (Allison, 1999) selecting one by one the variables which are significantly related to the explanatory variable conditionally to the previously entered variables. This procedure can also eventually remove one of these covariates thereafter, if it has lost its significance due to the addition of another variable. In our models, all of the explanatory variables removed from the regression because of lack of significance concerned naturalization: naturalizations between 2001 and 2002 and between 2002 and 2003 for models 1 and 2; naturalization between 2003 and 2004 for models 4 and 5.

Then we have compared these models thanks to some global criteria such as AIC and log Likelihood. We present in Table 2 the different likelihood ratios of our models.

Since the differences between the tested models are not large, we can assess that all our models are well calibrated, all khi-2 tests on likelihood ratios being extremely significant.

Another way to assess models performance relies on the discrimination: does the model well predict the behaviour of the individuals? Is somebody moving also predicted as a mover? Does the model well separate the migrants from the non-migrants? If we have a look at the Figure 9 here below, we can see that principal diagnostics about discrimination show very few improvements between models 1 and 2 and amongst models 3 to 5. The fact that model 3 seems to be worse than the first 2 models (regarding the predictive powers) can be explained by the loss of relevance of covariates coming from the census.



All four statistics present high scores which could be understood as a proof that the models are well fitted. For example, the  $c$  statistic which is an approximation of the area under the ROC Curve also providing a measure of discrimination must have a value between 0.8 and 0.9 to consider that the model have an excellent discrimination (Hosmer and Lemeshow, 2000). In our case, values of  $c$  are close to 0.9 which means our models are really discriminatory.

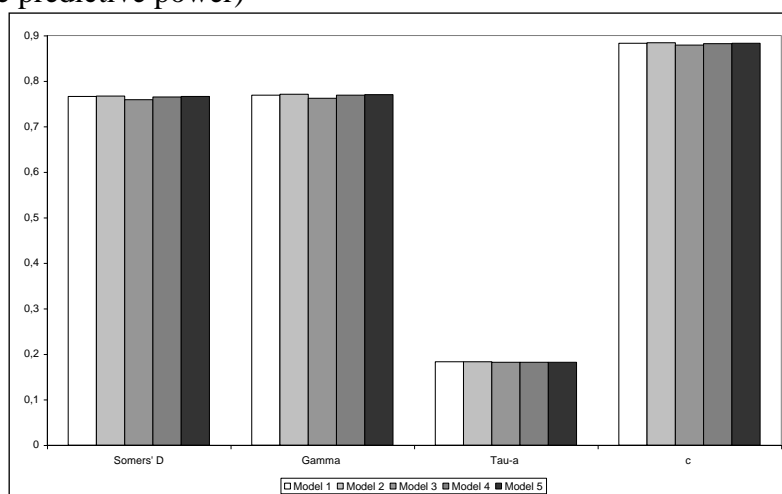
Dependant variable	Models	Explanatory variables (with sources)
Migration between 2002 and 2003	Model 1	Age in 2002 (NR)
		Gender (NR)
		Nationality in 2002 (NR)
		Type and size of the household in 2002 (NR)
		Evolution of the type of the household between 2001 and 2002 (NR)
		Evolution of the type of the household between 2002 and 2003 (NR)
		Link with the household head in 2002 (NR)
		Evolution of the link with the household head between 2001 and 2002 (NR)
		Evolution of the link with the household head between 2002 and 2003 (NR)
		Migration between 2001 and 2002 (NR)
		Education level successfully completed (ESE 2001)
	Housing tenure type (ESE 2001)	
	Model 2	<b>As in Model 1 +</b>
		Evolution of the type of the household between 2003 and 2004 (NR)
Evolution of the link with the household head between 2003 and 2004 (NR)		
Migration between 2003 and 2004	Model 3	<b>As in Model 1 (but with a one year shift (e.g. 2003 in place of 2003) +</b>
		Naturalization between 2002 and 2003 (NR)
		Naturalization between 2003 and 2004 (NR)
	Model 4	<b>As in Model 3 +</b>
		Naturalization between 2001 and 2002 (NR)
		Evolution of the type of the household between 2001 and 2002 (NR)
		Evolution of the link with the household head between 2001 and 2002 (NR)
	Model 5	Migration between 2001 and 2002 (NR)
		<b>As in Model 4 +</b>
		Evolution of the type of the household between 2004 and 2005 (NR)

**Table 1 : Explanatory variables of the tested models for the propensity to move**

Tests on the Likelihood Ratios					
	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5
Khi-2	502377.9	505456.7	511072.5	511247.3	506794.7
Ddl	215	301	219	306	394
Pr > Khi-2	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001

**Table 2 : Test on the likelihood ratios for the 5 tested models**

Figure 9 : Comparison of the 5 models of propensity to move according to various diagnostics (regarding to the predictive power)



As a conclusion about the propensity to move models, we remark that all the five models seem quite relevant. As the first one, which is also the model requiring the less data, seems to be already more than satisfactory, we decided that this one could be used in the next steps of our project. The four most explanatory covariates of this model (in a decreasing order) are the evolution of the type and size of the household between Y and Y+1, the housing tenure type, the evolution of the link with the household head between Y and Y+1 and the age in Y .

The most significant variable is clearly the simultaneous transition of the household structure (type and size). Compared to the reference category (no change in the household structure between the two consecutive years), all the odd ratios are positive which means that any change in the household structure is correlated with an increasing probability to move (everything else being equal).

The importance of this increase depends on the household structure change. Amongst the most significant, let us point out the people whose household structure were "married couples with children" and became "unmarried couple with/without children", "one-parent family" or "isolate". They have from 20 to 30 times more likelihood to move than people whose household structure did not change. Let us remember that family events are univocal in the data. These people can be a child who left parents' home, or members of the couple which split up, or etc.

This can be related to another significant variable: the change of relation to the household head. For example, being a child status to a head or spouse status (or inversely) is related to a high increase of the probability to move (between 11 and 16 times more than in the case of no change). The second most significant variable for the prediction of the propensity to migrate is the housing tenure type. Renters in the private sector are 4 times more likely to move than owners. Age class also appears amongst the four most significant variables. The less residentially mobile are 75 years old and more while the most mobile are the youngest (less than 18 years). The probability to move decreases with age (everything else being equal). All these results underline that the propensity to move is linked to the life course of individuals, and more particularly their family trajectory.

These are well observable through the age and transition of the household structure covariates. To sum up, the transitions leading to move are break-up situations, new family-units compositions and leaving parents' home. One can observe that the more stable situation concerns people who are in married couple (with or without children) ; this situation is often associated with an owner status, which is another factor to stay in the same municipality of residence. In other words, the likely evolutions of family situations marked by the rise of less stable households (cohabitation situations, one-parent family...) will still generate higher propensity to move rates in the coming years.

#### **4. Localization model**

Contrary to the propensity to move model, the localization model has to consider also municipalities' attributes to model the choice of the new residential municipalities. Therefore preliminary analyses were undertaken to highlight the most relevant factors related to municipalities. From a sample of 100,000 people moving between 01/01/2001 and 01/01/2002, one can observe that residential moves in Belgium are often short: for almost one in every two people changing their residential municipality, the intermunicipal distance is less than 10 kilometres, whereas only 10 percents of the movers decide to go living 50 kilometres or more away from their former municipality of residence. Other analyses were achieved on the covariates available for the modelling. For each of them, we estimated how each can explain change of residential location. To do so, we estimated models with only one explanatory variable under BIOGEME (Bierlaire, 2003). Among the available variables, the less explanatory variable taken independently is the property prices indicator (which takes into account the mean prices for houses and flats in the municipality). The most explanatory one concerns the distance between the municipality where the individual lived in 2001 and the municipality where he settled down in 2002. In general, municipality variables seem to bring more explanatory power than individuals ones.

Since the purpose of the localization model is to determine a new municipality for people who decided to migrate (between two consecutive years as studied in the propensity to move modelling), each individual who decides to move has to choose between 588 alternatives (municipalities). To model such a behaviour, discrete choice methods (Train, 2003) seems the most relevant tool. This technique consists in determining the utility of each alternative and then computing the probability of choice of each alternative.

As explained before, the propensity to move model was built with individual as unit/agent of decision. This choice was quite natural as the members of a household can have different behaviours. For the localization model, we would intuitively like to consider households. Nevertheless, we cannot take the initial household for this unit because the composition of the households can change between two consecutive years. The solution we adopted was to work with all the individuals who moved and were household head in their new municipality. Since the head of household is nevertheless characterised by some household variables (as the household type and size), some household information can also be used for the localization decision as it would intuitively be the case.

The main challenge of this model is the number of alternatives. As the meshing defined for Mobloc is the municipalities level, the choice set is composed of the 588 other (than current one) Belgian municipalities. Dealing with so many alternatives is unusual in the literature.

However it is possible to limit the number of alternatives that are available for each unit of decision during the estimation process. It means that, for calibrating the model, we could deal with randomly selecting only some of the possible alternatives.

During our developments for building the model, different kinds of discrete choices models were considered: Logit but also nested Logit. With so many alternatives, we could suppose that some similarities between municipalities would not be explained by the variables. We considered two sources of such similarities: the geographic proximity and the municipality type (rural, urban, etc.) on basis of Van der Haegen typology or Van Hecke classification. For building the model, we settle up a utility with individual variables (age, education level, nationality, household type) and with communal variables (living condition indicator(s), property price, intermunicipal distance, potential accessibilities (services, job opportunities) coming from the accessibility model).

Since it was unrealistic to use alternative specific parameters, a generic parameter is associated with each variable but it makes the individual variables non-explanatory. Indeed, each of the 588 alternatives (municipalities) would have the same utility term for this variable. As the choice lies on the difference between alternatives utilities, this term may not be explanatory and lead to unidentifiable models. In order to get different values for the explanatory variables and to avoid problem of constancy between the alternatives, we had recourse to a “contextualization approach”: for categorical individual variable. This means that the utility term of an individual variable is computed as the product of a class specific parameter, a binary variable indicating whether an individual belongs to this class and the class proportion in the municipality (alternative). Formally, it implies one term per class, but for an individual every but one (he/she belongs to) of these terms are null. So, for an individual  $j$ , the utility term of this variable for the alternative  $i$  is actually the product of a class specific parameter with the class proportion in the municipality. The interpretation of the parameters is less evident but can be explained this way: a positive parameter would indicate that people having the same profile tend to settle down in a same place while a negative parameter would represent a trend to a dispersion of the concerned people.

We also tested two ways to take into account the link with the former residence municipality: the intermunicipal distances (distances between the communal centroids) or the change of district via a binary variable (1 for municipalities in the same district as the former one). Regarding accessibility indicators we tested different forms for the associated utility terms: a unique parameter or distinct parameters per age class or per active/non active status. The idea of distinct parameters was to try to detect different influences of accessibility according to individual characteristics such as age class. For example, we can suppose that the job opportunities indicator could be less explanatory for elderly people.

In order to spare time, we first worked with a sub-set of data and alternatives to test several model structures. Then, we performed estimation on bigger datasets and all the alternatives for the models that were the best ones with the partial data. The way we chose this subset of alternatives was not random. We wanted to have representative municipalities of Belgium, i.e. from different type (rural, urban, etc.) and from different zones. We thus fixed 5 zones (Brussels Region, two in Flanders, two in Wallony) and the proportion of municipality types we wanted for each zone (according to the real proportion).

Table 3 here below summarizes the main steps followed in the model building.

1. Tests on a subset of 60 municipalities	1.1. Sampling alternatives or not
	1.2. Logit or nested Logit (with different ways of building nest)
	1.3. selecting different variables and using contextualisation or not
2. Estimation on the all set (589 municipalities)	

**Table 3 : How practically the localization model was estimated**

Now we can present the main conclusions drawn from the testing of these different models as well as the results of the finally retained model.

Concerning the sampling of alternatives, as expected, the confidence intervals are larger for estimation with sampling which use less information to estimate the parameters. But the parameters values were not very different, i.e. the confidence intervals (95%) "have a common part of range". Generally, the values with sampling belong to the confidence interval of the parameter without sampling.

Regarding the model structure, the retained model is a nested model with 4 nests based on the communal typology (and not on the geographic proximity) according to the Van der Haegen typology (Van der Haegen et al., 1996). More sophisticated nests (crossing both geographic and typological criteria) lead to model with many insignificant parameters.

The most significant variable is the distance from the former municipality (distance between the two centroids) but Table 4 gives the details for all significant variables.

Parameter	Value	Std err	t-test	p-value
Accessibility indicator to employment for active people	0.0417	0.0208	2.01	0.04
Accessibility indicator to employment for non-active people	-0.175	0.0421	-4.16	0.00
Distances between the new residential municipality and the former one	-0.0565	0.000433	-130.38	0.00
Living conditions indicator (environment aspects)	1.08	0.201	5.37	0.00
Living conditions indicator (dwelling aspects)	-3.30	0.247	-13.38	0.00
Living conditions indicator (socio-economic aspects)	4.72	0.195	24.27	0.00
Living conditions indicator (services aspects)	-3.45	0.285	-12.11	0.00
Property prices indicator	-0.373	0.163	-2.28	0.02
Population of the new residential municipality	0.271	0.00987	27.43	0.00
Age : 0 to 18	-17.7	6.49	-2.73	0.01
Age : 19 to 29	11.7	1.05	11.15	0.00
Age : 30 to 44	11.4	1.26	9.03	0.00
Age : 45 to 54	5.77	2.48	2.33	0.02
Age : 55 to 64	31.9	2.44	13.07	0.00
Age : 65 to 74	10.7	2.75	3.88	0.00
Age : 75 and more	-2.20	3.57	-0.62	0.54
Education : other	1.09	0.577	1.88	0.06
Education : secondary school (inferior)	3.18	1.20	2.66	0.01
Education : secondary school (superior)	4.28	0.852	5.02	0.00
Education : higher education	4.05	0.581	6.98	0.00
Kind of household : other	3.20	2.59	1.24	0.22
Kind of household : couple (married or not) with children	1.28	0.332	3.87	0.00
Kind of household : couple (married or not) without children	5.95	0.637	9.34	0.00
Kind of household : single-household	12.0	0.472	25.38	0.00
Kind of household : one-parent family	7.78	0.716	10.87	0.00
Nationality : other	3.55	0.818	4.34	0.00
Nationality : belgian	4.07	0.324	12.54	0.00
Nationality : border countries	1.33	1.52	0.87	0.38
Nationality : European Union	6.04	1.83	3.31	0.00

**Table 4: Parameters of the retained model (calibration on 60 municipalities)**

Regarding the accessibilities variables, only one of the two accessibility variables was kept since accessibility to services indicator and accessibility to employment indicator were indeed highly correlated ( $r=0.89$ ). In the utility formulation, the best results for the accessibility to employment indicator are obtained with specific parameters for active and non active individuals. People were considered as active between 19 and 64 year old and non active outside of these limits. Considering these two distinct parameters lead to a better model than considering a unique parameter for employment indicator. Introducing one parameter per age class (7 classes) does not improve significantly the quality of the model.

Regarding the other municipal characteristics, the four components of the living condition indicator are significant; the municipal property price is also significant.

Finally, regarding individual characteristics, defined as contextualisation variables (i.e. a positive sign means that individuals tend to settle down in the municipalities where they find similar individuals), most of these parameters are significant in the retained model. Amongst them, only the parameter for 0-18 age class is negative. All other parameters are positive. From this point of view, the model reflects well the behaviour of tending to live with one's own socio-economic group.

## **5. Conclusion**

The framework of MOBLOC models allows now to study the links between accessibility and residential mobility. Applied on the Belgian case, it could be used to analyze the trends within the residential choices. Coupled with a built synthetic population for each Belgian municipality and with evolution models, the MOBLOC models provide a tool for forecasting internal migrations in the future.

However these models could still be refined. For example, the accessibility model could take into account mobilities for other purposes than work or school (leisure, shopping, etc.). On another hand, if more spatially disaggregated data could be available, considering residential changes within a same municipality could also be a suitable improvement for our residential mobility model.

## **Bibliography**

- Allison P., **Logistic Regression Using SAS Theory and Application**, SAS Press, 1999
- Barthelemy J, Toint Ph., *Synthetic Population Generation in Presence of Data Inconsistencies*, naXys Technical Report 12-2010, 2010
- Bierlaire M., *BIOGEME A free package for the estimation of discrete choice models*, Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Swiss Transportation Research Conference, 2003
- Brück L., Halleux J.-M., Mérenne-Schoumaker B., Savenberg S. et Van Hecke E., **L'intervention de la puissance publique dans le contrôle de l'étalement urbain - Première partie : état de la question en Belgique**, SSTC - Leviers d'une politique de développement durable, 2001
- Debrand T, Taffin C., *Les facteurs structurels et conjoncturels de la mobilité résidentielle depuis 20 ans*, Économie et statistique, 381-382, pp. 125-146, 2005
- Halleux J.-M., Brück L., Mairy N., *La périurbanisation résidentielle en Belgique à la lumière des contextes suisse et danois: enracinement, dynamiques centrifuges et régulations collectives*, **Belgeo**, 4, pp. 333-354, 2002
- Henley A., *Residential mobility, housing equity and the labour market*, The Economic Journal, 108, pp. 27-414, 1998
- Hosmer D.W., Lemeshow S., **Applied Logistic Regression**, Wiley, 2000
- Klein S., Omrani H., Carpentier S., Gerber P., Vandenbulcke G., *Validation d'un modèle d'accessibilité par recouplement de données multi-sources : application aux communes de Belgique*, MTL, 2010
- Reymond H., Cauvin C., Kleinschmager R. (coord.), **L'espace géographique des villes – pour une synergie multistrates**, Anthropos, collection Villes, 1998
- Train K.E., **Discrete Choice Methods with Simulation**, Cambridge University Press, 2003
- Van Der Haegen H., Van Hecke E., Juchtmans G., *Les régions urbaines belges en 1991*, Études Statistiques, 104, 1996
- Vanneste D., Thomas I., Goossens L., *Woning en woonomgeving in België*, Sociaal-economische enquête 2001, SPP Politique Scientifique & SPF Économie – Direction générale Statistique, 2007

Wardrop J.G., *Some theoretical aspects of road traffic research*, Proceedings of the Institute of Civil Engineers, Pt II, vol.1, pp 352-378, 1952

Wiel M., **La transition urbaine ou le passage de la ville pédestre à la ville motorisée**, Mardaga, 1999





## **ANNEX 2: MINUTES OF THE FOLLOW-UP COMMITTEE MEETINGS**

### ***Annex 2.1. Minutes of the first follow-up committee meeting (3rd of May 2007)***

Personnes présentes :

BAHRI Amel (UCL – GédAP)  
BEX Marie-Carmen (Politique Scientifique Fédérale)  
BIERNAUX Olivier (RW – IWEPS)  
CARPENTIER Samuel (CEPS/INSTEAD– GEODE)  
CORNELIS Eric (FUNDP – GRT)  
DEBUISSON Marc (RW – IWEPS)  
EGGERICKX Thierry (UCL – GédAP)  
GERBER Philippe (CEPS/INSTEAD– GEODE)  
HOORNAERT Bruno (Bureau Fédéral du Plan)  
LAMBRECHT Micheline (Bureau Fédéral du Plan)  
PAULY Xavier (FUNDP – GRT)  
SERBUYNS Martine (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap)  
TOINT Philippe (FUNDP – GRT)  
VAN DUYSE Dominique (MET)

Personnes excusées :

BEHEYDT Koenraad (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap)  
HOFMAN Peter (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap)

La réunion commence à 14h30.

E. CORNELIS informe de l'ordre du jour et propose un tour de table permettant la présentation de chacun des participants. Suite à cela, la parole est donnée à M-C. BEX qui présente le programme « La science pour un développement durable » (2005-2009).

Elle informe de la pluri annualité de celui-ci, de son budget, et des différents projets qu'il connaît, dont une part concerne de la recherche transversale.

Parmi ces projets ISEEM et MESsAGE portent aussi sur la problématique des transports.

La réunion avec le comité d'utilisateur doit se faire 2 fois par an.

Les équipes de recherche impliquées dans le projet MOBLOC font ensuite l'objet d'une présentation spécifique ; E. CORNELIS présente brièvement le GRT, T. EGGERICKX, le GédAP et P. GERBER, le département Géode du CEPS/INSTEAD.

E. CORNELIS reprend la parole pour exposer les objectifs du projet avant de donner quelques informations quant au plan de travail. Sa présentation se termine par l'explication d'un schéma résumant le projet MOBLOC avec les interactions entre les diverses variables.

Réactions du comité :

Les membres du comité d'utilisateurs sont alors invités à réagir et à poser leurs questions relatives au projet.

M. DEBUISSON se demande à quelles références géographiques la population synthétique s'applique ?

E. CORNELIS lui répond le GRT travaille à l'échelle communale pour créer une population synthétique d'individus qui est ensuite regroupée en ménages.

M. LAMBRECHT interroge sur le recours éventuel aux variables relatives aux activités économiques et au statut d'activité issues de l'Enquête Socio-économique de 2001 (ESE2001). Elle fait allusion à l'enquête « force de travail » qui pourrait être employée. Elle demande si l'on est en possession de données précises sur le revenu. Est-ce une variable disponible et que les chercheurs envisagent d'exploiter.

T. EGGERICKX lui répond que pour le revenu, il existe un proxy réalisé par la VUB qui permet de l'apprécier car il n'y a pas de variable « revenu » dans l'ESE2001. On pourrait aussi exploiter les caractéristiques du logement, le niveau d'éducation sous la forme d'un proxy car ces variables sont corrélées avec le niveau du revenu.

M. LAMBRECHT signale qu'il existe un ensemble de caractéristiques pour la population (au niveau individuel) mais s'interroge sur de possibles variables macro ? Celles-ci sont aussi très importantes à considérer !

E. CORNELIS et T. EGGERICKX lui signalent que c'est prévu, et qu'ils souhaitent prendre en compte - par le biais d'un modèle d'analyse à choix discret – les attributs pertinents des ménages mais aussi des communes de départ et de destination.

M.-C. BEX rappelle que le projet est à l'échelle nationale. Il lui est signalé que le GÉDAP dispose d'une base de données intéressante à ce niveau pour le volet démographique, mais que, concernant le pan 'mobilité et accessibilité', il n'en est pas de même et qu'il faudra avoir recours à différentes sources de données, et notamment les réseaux GIS.

E. CORNELIS ajoute qu'il manque de données sur l'accessibilité en région Flamande. Il questionne sur l'obtention éventuelle des réseaux digitalisés de la part des deux régions (Flamande et Wallonne). Existe-t-il par ailleurs une digitalisation des réseaux TEC ?

D. VAN DUYSE intervient pour informer que la RW ne travaille plus avec Téléatlas, mais avec Navteq désormais. P. TOINT signale à celui-ci que le GRT serait intéressé de disposer d'une licence d'exploitation pour mener à bien le projet. Concernant le réseau TEC, D. VAN DUYSE fait remarquer qu'il est digitalisé jusqu'à un certain niveau et qu'il serait possible d'utiliser ces données.

Toujours pour ce qui est des données relatives à la mobilité, P. GERBER informe qu'il est possible de travailler avec des comptages sur les voies de communication pour quantifier les déplacements sur différents tronçons. Mais il faut alors disposer de tronçons digitalisés.

Selon B. HOONAERT, il serait peut-être utile de voir l'équipe BELSPO, car des projets antérieurs ont sans doute travaillé sur les réseaux et pourraient avoir déjà quelques données ou réseaux disponibles.

M. SERBUYNS fait remarquer que pour le territoire couvert par la Région Flamande, il semble qu'il n'y ait a priori pas de problème à travailler avec Téléatlas pour obtenir les données du réseau routier. Le réseau DeLijn semble également pouvoir être obtenu et exploitable.

M. SERBUYNS émet un doute quant à l'utilité de travailler à l'échelle des 589 communes car il lui semble, à juste titre, que pour des communes d'une certaine taille, il serait peut-être plus opportun de travailler au niveau des quartiers. E. CORNELIS reconnaît que dans le cas de grandes villes, cela n'est peut être pas une échelle pertinente. Mais nous n'avons pas trop le choix ! On s'en tient à la disponibilité des données qui dans la plupart des cas se limitent à l'échelle communale. Qui plus est, le découpage en secteurs statistiques ne correspond pas toujours à quelque chose de très homogène dans les faits. Il n'est pas non plus

envisageable de travailler en utilisant les codes postaux qui ne représentent rien de très rationnel.

T. EGGERICKX pense que dans le cas des grandes agglomérations, il serait intéressant de descendre à l'échelle du quartier, mais pour la Flandre, il n'existe pas de découpages au niveau des quartiers, mais seulement les secteurs statistiques. Il lui semble que la commune d'Anvers dispose d'un découpage en quartiers. Il faudrait peut-être rechercher qui s'en est chargé et voir éventuellement avec ces personnes s'il est possible de travailler à partir de ce découpage. Il y a aussi la possibilité de recourir aux anciennes communes, mais c'est à voir car l'usage des codes postaux n'est apparemment pas toujours fiable!

P.TOINT confirme que les codes postaux ne sont pas fiables ! On a notamment souvent un même code pour des anciennes communes. Pour travailler au niveau infracommunal et définir un découpage de zones pertinent vis-à-vis de variables contextuelles (i.e. variables socio-économiques macro), un travail de recherches basé sur les annonces immobilières permettrait d'obtenir des données sur les valeurs foncières et immobilières et définir ainsi ces zones, mais, ce serait fastidieux et il semble que l'on s'éloigne de l'objectif de départ.

E. CORNELIS et T. EGGERICKX font remarquer que de toute façon, même si l'on prenait un niveau de désagrégation défini à partir des prix de ventes immobilières, on est toujours limité : on n'a pas le droit de descendre en deçà de 50 ménages par zone (pour des raisons de respect de la vie privée). Les statistiques foncières et immobilières reposent sur une base communale, les statistiques sur le revenu reposent sur le secteur statistique, mais lorsque ce secteur compte moins de 50 ménages, on remonte à l'échelle supérieure.

Selon M. SERBUYNS, la mobilité ne devrait peut-être pas être envisagée de manière quotidienne, mais plutôt hebdomadaire vu le comportement des gens : week-end à la campagne pour les personnes vivant en ville, mobilité vers les secondes résidences, loisirs en dehors de la ville,...mais le coût d'enquête pouvant mener à de tels résultats semble être substantiel selon P. TOINT qui ajoute que les cycles 'naturels' de la mobilité semblent être effectivement plutôt hebdomadaires. Il s'agira donc d'une des limites du projet dont les chercheurs sont bien conscients.

La notion d'espace de vie qui pourrait justement aider à prendre en compte ces déplacements vers une résidence secondaire pour le week-end, d'après E.

CORNELIS

M. SERBUYNS demande d'il sera possible de dégager des tendances sur l'accessibilité. P. TOINT émet un doute car les séries temporelles pour l'accessibilité sont peu fournies.

M. LAMBRECHT interroge sur d'éventuelles enquêtes sur la manière dont les individus font des arbitrages dans le choix du transport. P. TOINT répond par l'affirmative, mais ces enquêtes n'apportent pas, ou alors peu, de profondeur temporelle. Selon lui, et de façon générale pour ce projet MOBLOC, il faut avoir conscience qu'il y aura plusieurs imperfections car les données (pour l'accessibilité) sont plus ou moins complètes, plus ou moins récentes. Mais pour autant, il y aura sûrement moyen d'en dégager quelques interactions fortes.

D. VAN DUYSE demande quelques informations sur des scénarios d'évolution. Parmi ceux-ci, y en aura-t-il un reposant sur une rupture de tendance ?

P. TOINT lui répond qu'un des buts du travail est de donner une idée des scénarios futurs. Les résultats seront sans doute intéressants, mais exploratoires. Les équipes de recherche vont être notamment confrontées à des problèmes de calibration vu qu'elles ne disposeront pas de beaucoup de données dans le temps dans le domaine de la mobilité. Des difficultés de validation seront également rencontrées. L'intérêt des modèles qui vont être mis en place résidera entre autre dans la possibilité de mesurer les poids respectifs des différents facteurs. Ces modèles permettront également d'observer certaines interactions entre le choix résidentiel et l'accessibilité, ce qui représentera une des parties intéressantes des résultats attendus.

Enfin, O. BIERNAUX propose d'envisager aussi les coûts des transports pour la mise en place de scénarios futurs. Il faudrait utiliser des valeurs agrégées de manière macroscopique. Cependant, ces coûts peuvent connaître une forte variabilité qu'il est très difficile d'estimer.

La réunion se termine à 16h10.

## **Annex 2.2. Minutes of the second follow-up committee meeting (12<sup>th</sup> of June 2008)**

Personnes présentes :

DEBUISSON Marc, IWEPS  
GANY Bernadette, MET, Direction Générale des Transports  
GOOSENS Wilfried, Vlaams Gewest, Dep. MOW  
JUPRELLE Julien, IWEPS  
VAN STEENBERGEN Alex, Bureau Fédéral du Plan  
WILLEMS Michel, DG SIE

BEX Marie-Carmen, SPP Politique Scientifique

BAHRI Amel, GÉDAP  
EGGERICK Thierry, GÉDAP  
GERBER Philippe, CEPS/INSTEAD - GEODE  
CORNELIS Eric, FUNDP – GRT  
PAULY Xavier, FUNDP – GRT  
TOINT Philippe, FUNDP – GRT  
WALLE Fabien, FUNDP – GRT

Personnes excusées :

MAYERES Inge, Bureau Fédéral du Plan  
TINDEMANS Hans, MObiliteitsRAad van Vlaanderen  
VAN DUYSE Dominique, MET, Direction Générale des Transports

Les exposés présentés sont joints en annexe de ce PV. Ce compte rendu fera état des réactions, questions et discussions qui ont accompagné et suivi les présentations, les différentes interventions ayant été reprises de manière chronologique.

Alex VAN STEENBERGEN s'interroge quant à la non-utilisation de la variable « statut professionnel » dans le modèle de propension à migrer. Fabien WALLE lui répond que cette variable est très corrélée avec le « niveau d'instruction » et qu'il fallait faire un choix. Lors de la construction du modèle, il est apparu plus judicieux de garder la variable « niveau d'instruction ». En effet, celle-ci s'est avérée

statistiquement plus significative que le « statut professionnel » pour expliquer la propension à migrer dans les différents modèles testés. De plus, considérer la variable « statut professionnel » apporterait des difficultés pour les perspectives (suite du projet). En effet, il s'agit d'une variable difficile à faire évoluer alors que la variable « niveau d'instruction », qui est quelque chose d'acquis, posera moins de problème.

Michel WILLEMS comprend bien que les deux modèles d'accessibilité développés (voiture conducteur et transports en commun) représentent la commune par un même point, mais se demande pourquoi il existe dès lors différents temps de parcours vers une destination donnée pour une même commune. Philippe GERBER lui répond qu'il s'agit uniquement d'un problème de représentation cartographique. Une interpolation par triangulation entre différents points est réalisée, mais par la suite, la commune se verra bien affecter un seul temps de parcours vers une destination précise. Philippe GERBER insiste sur le fait que le point choisi pour représenter une commune (hormis les 18 régions urbaines) est le point optimal pour cette commune, selon le critère de choix, à savoir l'arrêt de transport en commun pour lequel la fréquence de passage est maximale. Au passage, Philippe TOINT fait remarquer qu'il ne s'agit pas de mettre au point un modèle de trafic précis, mais bien d'un modèle approprié à la thématique étudiée, soit la mobilité résidentielle. Il est important de respecter l'échelle utilisée pour les modèles de migration, à savoir les 589 communes du pays.

Concernant la demande de mobilité (matrice O/D pour déplacements habitation-travail/école en voiture conducteur), Michel WILLEMS se demande où l'on a pu obtenir des informations. Philippe GERBER lui indique qu'il s'agit de données issues de l'exploitation par le GÉDAP des résultats de l'ESE2001. Ce dernier insiste sur le fait que l'indice d'accessibilité communal qu'il sera possible d'obtenir à partir des modèles développés entrera directement dans le modèle de localisation résidentielle en tant que variable explicative du choix de la commune de résidence par les migrants, ce que comprend bien Michel WILLEMS.

Le fait que le modèle d'accessibilité relatif au mode voiture conducteur pourra donner des résultats variables en fonction de la demande de mobilité (qui évoluera suite à la nouvelle répartition de la population) est bien compris par Julien JUPRELLE. Il lui semblerait plus intéressant d'également pouvoir faire évoluer les résultats du modèle d'accessibilité transport en commun. Philippe GERBER est tout à fait d'accord avec lui, mais insiste sur la nécessité de disposer de données futures. Philippe TOINT signale que, sans nouveaux horaires, il est impossible de prédire une quelconque évolution. Il existera toujours la possibilité aux chercheurs de pondérer les résultats,

mais comme le fait remarquer Eric CORNELIS, il s'agira alors d'émettre des hypothèses sur cette évolution de l'offre de transport. Ces hypothèses pourront alors être liées à divers scénarios (qui doivent être réalistes), telle une augmentation de l'offre de transport.

Un des facteurs importants quant aux choix de localisation résidentielle pourrait être l'augmentation des prix des carburants selon Julien JUPRELLE. Pourrait-on en tenir compte dans les perspectives ? Une fois encore, il s'agit de scénarios à imaginer d'après Eric CORNELIS. Michel WILLEMS fait remarquer que de toute façon, l'accessibilité est assimilée à un temps de parcours pour lequel le prix n'entre pas en considération. Cette remarque est correcte, mais il est tout à fait possible d'affecter un certain poids aux variables.

S'agissant des données infotec utilisée pour les calculs d'accessibilité, Julien JUPRELLE est informé qu'il s'agit de l'exploitation des bases de données au format HASTUS reprenant les horaires des différentes lignes des sociétés de transport.

Concernant le choix de destination de la commune de résidence, il a été signalé lors de la présentation que les chercheurs envisagent d'utiliser un modèle suivant une hiérarchie de choix (dans un premier temps un groupe de communes – bassin d'emploi, de vie – et ensuite une commune précise). Marie-Carmen BEX s'interroge sur la solution qui sera choisie. Philippe TOINT lui répond qu'il s'agit de pouvoir décrire les choix de la manière la plus souple possible et que, de toute façon, ces possibilités devront faire l'objet de tests quant à la qualité des modèles développés. Eric CORNELIS précise que cette construction du modèle de localisation a pour but de hiérarchiser les choix. Au passage, Philippe GERBER et Philippe TOINT font remarquer la différence qui existe entre la paramétrisation d'un modèle et sa calibration. Dans le cas présent, il s'agit d'exploiter une quantité de données importante afin de faire ressortir au mieux les facteurs influençant la décision des individus lors d'une migration résidentielle. Il ne s'agit donc pas d'un choix arbitraire des modélisateurs.

A propos de la typologie de Van der Haegen, Marc DEBUISSON souhaite savoir si cette variable a été introduite dans le modèle de propension à migrer, et si elle a été rejetée par le modèle, faute de significativité statistique, vu qu'elle ne fait pas partie des variables explicatives retenues dans le modèle exposé. Amel BAHRI lui indique que cette variable n'a pas été reprise dans le modèle de propension à migrer puisqu'on ne s'intéresse qu'aux caractéristiques individuelles, Toutefois elle sera considérée dans le cadre du modèle de localisation résidentielle. Philippe TOINT signale que les chercheurs sont bien conscients de l'a priori que représente le



découpage du modèle de migration résidentielle en deux sous-modèles, mais il en est ainsi pour des raisons pragmatiques.

Toujours concernant la typologie de Van der Haegen, Marc DEBUISSON questionne quant à la version utilisée : nouvelle typologie de Van der Haegen et Van Hecke ou bien ancienne typologie (mais adaptée par le GÉDAP). Thierry EGGERICKX lui répond qu'entre les deux versions de la typologie de Van der Haegen, les évolutions sont parfois surprenantes, voire aberrantes (voir l'exemple cité de La Louvière). On préfère alors se référer à la typologie adaptée par le GÉDAP qui identifie des catégories plus détaillées que celles proposées initialement par Van der Haegen (exemples : petits bourgs ruraux, centre urbain).

Dans son exposé, Thierry EGGERICKX a fait référence à une standardisation indirecte concernant les types de ménage. Marc DEBUISSON lui demande ce qu'il faut comprendre par ce terme. Thierry EGGERICKX lui fait savoir qu'il s'agit de passer outre l'effet de l'âge dans les caractéristiques des ménages, et cite l'exemple de la structure par âge différente des CAE (couples mariés avec enfants) des CoSE (cohabitant sans enfant) ; on retrouvera plus que probablement plus de personnes de 45 ans dans la première catégorie citée alors que les 25 ans seront plus présents dans la seconde.

Marc DEBUISSON demande si les projections se feront à l'échelle de la commune. Amel BAHRI signale que les projections démographiques classiques permettent d'obtenir des évolutions communales pour un nombre restreint de variables (âge, sexe, type de ménage). Pour ce qui concerne l'unité géographique de ces perspectives, ce sera plus probablement des groupes de communes. Philippe TOINT informe que la méthodologie des populations synthétiques permet de disposer d'informations relativement détaillées. Cette méthodologie ne requiert que des données sur les totaux marginaux de croisements entre variables ainsi qu'un échantillon de la population.

Concernant ces variables à faire évoluer, Alex VAN STEENBERGEN fait remarquer que des modèles ont été développés au sein du Bureau Fédéral du Plan pour des évolutions probables des taux de chômage futurs. Ceux-ci pourraient donc aider les chercheurs dans l'évolution de la variable « statut professionnel ». Eric CORNELIS lui indique que, dans le cadre du projet, il faudrait alors disposer d'évolution individuelle et non globale. Amel BAHRI en profite pour faire remarquer la désagrégation poussée des variables explicatives. Philippe TOINT explique qu'il serait possible d'utiliser ces modèles à la condition de disposer d'une distribution empirique dans laquelle on pourrait alors effectuer un tirage aléatoire simple. Amel

BARHI réinsiste sur la forte corrélation qui existe entre cette variable et celle du niveau d'instruction. Il est donc préférable de ne considérer qu'une seule de ces deux variables, et le niveau d'instruction présente l'avantage d'être plus facile à manipuler dans le cadre de projections. Qui plus est, celui-ci donne comparativement de meilleurs résultats en termes de pouvoir prédictif.

Marie-Carmen BEX lui demande alors si les seuils de significativité sont satisfaisants pour toutes les modalités (du niveau d'instruction) lors la calibration du modèle de propension à migrer. Amel BAHRI lui répond par l'affirmative. Ce n'est par contre pas le cas pour la variable nationalité pour laquelle le pouvoir discriminant est moins prononcée (la variable naturalisation n'étant quant à elle pas significative). A cette occasion, Philippe TOINT signale qu'il en était de même pour ces variables dans les analyses qui ont fait suite à l'enquête nationale de mobilité (MOBEL).

Concernant le modèle de localisation résidentielle, Wilfried GOOSSENS fait remarquer que si l'accessibilité influence le choix de la commune de résidence, il faut alors que cette donnée soit réellement perçue et considérée par les individus amenés à porter un choix. Or ce ne doit pas être le cas pour tous. Philippe TOINT confirme ses dires en soulignant l'intérêt considérable que représente le fait de calibrer un modèle sur la réalité. Les aspects perceptifs et cognitifs agissent partout et le modèle pourra le faire ressortir.

Michel WILLEMS demande si le prix de l'immobilier pourra être une variable explicative comme mentionné dans la présentation de Thierry EGGERICKX. Eric CORNELIS lui répond que cette variable sera testée lors de la phase de calibration.

Les membres du Comité de Suivi n'ayant plus de questions, Eric CORNELIS les remercie pour leur participation à cette réunion, et leur donne rendez-vous pour une prochaine réunion dans le courant du mois de novembre ou décembre.

### **Annex 2.3. Minutes of the third follow-up committee meeting (19<sup>th</sup> of October 2009)**

Personnes présentes :

BERLIER Jacqueline, SPW – Programmation de la Mobilité

DEBUISSON Marc, IWEPS

JUPRELLE Julien, IWEPS

LAMBRECHT Micheline, Bureau Fédéral du Plan

JAMART Georges, SPP Politique Scientifique

DAL Luc, UCL - DEMO

EGGERICKX Thierry, UCL - DEMO

CARPENTIER Samuel, CEPS/INSTEAD - GEODE

GERBER Philippe, CEPS/INSTEAD - GEODE

CORNELIS Eric, FUNDP – GRT

PAULY Xavier, FUNDP – GRT

WALLE Fabien, FUNDP – GRT

Personnes excusées :

MAYERES Inge, Bureau Fédéral du Plan

VAN DUYSE Dominique, SPW – Programmation de la Mobilité

KLEIN Sylvain, CEPS/INSTEAD - GEODE

La présentation réalisée pour cette réunion est jointe en annexe de ce PV. Le schéma général du projet figurant à la dia 4 est également annexé pour une meilleure visibilité de celui-ci. Ce compte-rendu fait état des réactions, questions et discussions qui ont suivi la présentation.

#### **Concernant le modèle gravitaire**

Les chercheurs ont parlé d'actifs résidents. Micheline LAMBRECHT demande des précisions par rapport à la signification de ces termes. Philippe GERBER lui répond que ce sont des personnes qui disposent d'un emploi et qui résident dans une des 589 communes du pays. Cela n'inclut donc pas les personnes à la recherche d'un emploi. Les personnes concernées se déplacent pour travailler (au sein de leur

propre commune ou vers une commune autre). Samuel CARPENTIER en profite pour insister sur le fait que les marges de la matrice de demande de transport doivent être cohérentes ; le nombre d'emplois occupés (=destinations) équivaut à l'effectif d'actifs occupés (=origines). Une remarque est également faite pour rappeler que les données sources de cette matrice sont issues des résultats de l'ESE2001.

Jacqueline BERLIER s'interroge sur le calcul de la distance intra-communale, celle-ci étant basée sur les « centres » des anciennes communes : existe-t-il une pondération par les effectifs de population des distances entre ces centroïdes et les anciennes communes constituant chaque commune ? Samuel CARPENTIER lui répond que ce n'est pas le cas. En effet, vu l'échelle de travail et donc les ordres de grandeur, cela ne changerait que très peu les résultats utiles du modèle.

### **Concernant le modèle de propension à migrer**

Marc DEBUISSON souhaite revenir sur les variables explicatives de ce modèle. Fabien WALLE reprend l'ensemble des 12 variables retenues. Il fait remarquer les valeurs de  $\text{Khi}^2$  qui donnent une idée de l'apport relatif de chaque variable dans le caractère explicatif de ce modèle. Il faut cependant relativiser ces valeurs en fonction du nombre de degrés de liberté de ces variables. La p-valeur tient compte de ces deux paramètres ; dans le cas présent, cette valeur est inférieure à 0,0001 pour l'ensemble des variables. Fabien WALLE repasse en revue les tableaux de la dia 13 de la présentation en expliquant que les personnes déclarant avoir obtenu un diplôme de l'enseignement supérieur (classe de référence) comme niveau d'éducation le plus élevé sont celles les plus enclines à changer de lieu de résidence ; les coefficients des autres modalités étant négatifs , cela réduit l'utilité de la non-migration et donc la probabilité de migrer.

### **Concernant le modèle de localisation résidentielle**

Micheline LAMBRECHT comprend bien l'intérêt de l'introduction des prix de l'immobilier comme variable explicative du choix résidentiel des individus amenés à déménager, mais elle demande dans quelle mesure il ne faudrait pas tenir compte également des coûts énergétiques : selon elle, l'économie réalisée sur le prix de l'immobilier ne doit pas être inférieure au surplus de dépenses engendrées par de plus longs déplacements quotidiens (déménagement en périphérie par exemple). Eric CORNÉLIS lui signale que cette augmentation des distances est en quelque sorte intégrée aux indicateurs d'accessibilité (autres variables explicatives qui seront ajoutées au modèle par la suite) vu que ceux-ci sont calculés à partir des temps de parcours qui eux-mêmes sont fonction des distances à parcourir.

Concernant le modèle d'accessibilité « voiture privée »

En plus de la congestion prise en compte actuellement dans le modèle, Julien JUPRELLE demande si un coût plus élevé d'utilisation de la voiture pourra être considéré. Samuel CARPENTIER lui répond que de telles influences pourront éventuellement entrer en ligne de compte dans la détermination du partage modal.

### **Concernant le « modèle » d'accessibilité « transports en commun »**

Marc DEBUISSON demande ce qu'il va résulter de ce modèle et à quel niveau il se trouve dans le projet. Eric CORNÉLIS fait savoir que les chercheurs ont fait une demande pour obtenir les données relatives à l'offre de transport des diverses sociétés actives sur le territoire et qu'ils n'ont à l'heure actuelle pas encore reçu ces informations. Samuel CARPENTIER fait remarquer que pour ce modèle, il n'y aura pas de pan « simulations ». Les résultats se baseront uniquement sur l'offre. Il serait en effet beaucoup plus incertain de faire évoluer les temps d'accès entre communes via le transport public car cela impliquerait de faire des suppositions sur l'évolution de l'offre en transport en commun, ce qui dépend de la volonté des opérateurs. L'hypothèse faite est l'adaptation de l'offre à la demande par les divers opérateurs : s'il existe de plus en plus d'utilisateurs des transports en commun, l'offre sera adaptée de telle sorte qu'il n'y aura pas de modifications des temps d'accès. Cet élément aura également son importance dans la modélisation du partage modal. Les outputs seront utilisés pour déterminer quelle fraction de la population utilise les transports en commun pour tel ou tel trajet.

Julien JUPRELLE signale que la mise en place d'un parc relais, par exemple, pourrait avoir son importance dans l'évolution de l'attrait pour les transports publics et donc du partage modal. Samuel CARPENTIER lui répond que de telles modifications seraient difficilement modélisables dans le cadre du projet MOBLOC. Il faut en effet garder à l'esprit l'échelle à laquelle le travail est réalisé (agrégation communale). Si l'on voulait modéliser le partage modal au niveau d'une ville, il est évident que de telles modifications devraient être considérées. Mais vu que, dans le cadre de ce projet, le travail se fait au niveau de l'ensemble du pays, des simplifications de la réalité sont indispensables.

Micheline LAMBRECHT questionne quant à la présence systématique d'une connexion vers les transports en commun pour toutes les communes. Samuel CARPENTIER lui répond que toute commune se voit desservie par au moins une société de transport en commun et que, par conséquent, il est admis que tout

habitant a accès à au moins un point de transport en commun (celui où l'offre est maximale au sein de sa commune).

### **Concernant les modèles d'évolution**

Marc DEBUISSON souhaite savoir si des perspectives démographiques telles que celles du Bureau du Plan seront utilisées. Thierry EGGERICKX signale que des tendances générales pourront être utilisées (évolution de l'âge par exemple). Cependant, certaines variables comme la transformation des ménages devront faire l'objet de simulations propres au projet MOBLOC. Il s'agira en effet de faire évoluer une variable pour laquelle des modèles prospectifs n'existent pas auprès de sources externes telles que le Bureau du Plan.

Les membres du Comité de Suivi n'ayant plus de questions, Eric CORNÉLIS les remercie pour leur participation à cette réunion, et leur donne rendez-vous pour une prochaine rencontre dans le courant du printemps 2010. Il signale enfin que si les membres du comité de suivi avaient la moindre question ou remarque à faire, il leur est toujours possible de prendre contact avec les chercheurs impliqués dans ce projet. A cette fin, nous vous communiquons leurs coordonnées ci-dessous :

Pour le GRT des FUNDP :

Eric CORNÉLIS – ec@math.fundp.ac.be – 081 72 49 22

Xavier PAULY – xpau@math.fundp.ac.be – 081 72 49 84

Fabien WALLE – fwal@math.fundp.ac.be - 081 72 49 43

Pour le département DEMO de l'UCL :

Thierry EGGERICKX - thierry.eggerickx@uclouvain.be - 0 10 47 29 67

Luc DAL - luc.dal@uclouvain.be - 010 47 29 54

Pour l'Unité GEODE du CEPS/INSTEAD :

Samuel CARPENTIER - samuel.carpentier@ceps.lu - +352 58 58 55 302

Philippe GERBER - philippe.gerber@ceps.lu - +352 58 58 55 601

Sylvain KLEIN - sylvain.klein@ceps.lu

## **Annex 2.4. Minutes of the fourth follow-up committee meeting (31<sup>st</sup> of January 2011)**

Personnes présentes :

BERLIER Jacqueline, SPW – DGO Mobilité et Voies Hydrauliques

CLUYTS Ivo, SPF Environnement

DEBUISSON Marc, IWEPS

NAYES Estelle, Bureau Fédéral du Plan

VANDRESSE Marie, Bureau Fédéral du Plan

JAMART Georges, SPP Politique Scientifique

EGGERICKX Thierry, UCL - DEMO

CARPENTIER Samuel, CEPS/INSTEAD - GEODE

GERBER Philippe, CEPS/INSTEAD – GEODE

KLEIN Sylvain, CEPS/INSTEAD – GEODE

CORNELIS Eric, FUNDP – GRT

PAULY Xavier, FUNDP – GRT

WALLE Fabien, FUNDP – GRT

Personnes excusées :

JUPRELLE Julien, IWEPS

LAMBRECHT Micheline, Bureau Fédéral du Plan

VAN DUYSE Dominique, SPW – DGO Mobilité et Voies hydrauliques

WILLEMS Michel, SPF Economie, P.M.E., Classes moyennes et Energie

TOINT Philippe, FUNDP - GRT

La présentation réalisée pour cette réunion est jointe en annexe de ce PV. Ce compte-rendu fait état des réactions, questions et discussions qui ont suivi la présentation des chercheurs.

Marc DEBUISSON demande comment l'évolution de tous les individus se fait dans le modèle de localisation résidentielle. Est-elle fonction des chefs de ménages concernés par un déménagement ? Fabien WALLE lui répond en signalant que le modèle est effectivement calibré à partir d'observations relatives aux chefs de ménage (et ses propres caractéristiques donc) mais que des variables relatives aux

ménages (notamment les 5 types de ménages définis) sont aussi considérées. Eric CORNELIS insiste en faisant remarquer que l'hypothèse faite quant au choix résidentiel dicté par le chef de ménage semble cohérente.

Marie VANDRESSE revient ensuite sur les résultats obtenus par les chercheurs dans leurs modèles et le caractère contre-intuitif du paramètre relatif à l'indicateur des prix de l'immobilier pour le choix résidentiel. Elle se demande dans quelle mesure l'échelle d'analyse ne peut pas contenir l'explication à ce paramètre positif ; on pourrait en effet imaginer que les déménagements intracommunaux sont plus influencés par la composante « prix des logements ». Thierry EGGERICKX précise que les mouvements qui ont lieu au sein d'une même commune sont fréquemment le résultat d'ajustements (liés aux différentes étapes du cycle de vie). Ce qui se concrétise également par le changement de statut d'occupation des logements ; de locataire à propriétaire.

Thierry EGGERICKX continue en faisant remarquer que ces résultats quant aux prix de l'immobilier ne le surprennent aucunement. La logique d'attractivité des communes périurbaines (bien que les logements y connaissent des prix élevés) ne semble pas s'essouffler ; les communes telles Lasne, Waterloo restent en effet les plus prisées bien qu'elles soient les plus chères. Vu les mécanismes financiers disponibles pour les « ménages les moins favorisés » (emprunt à long terme : 30, 40 ans voire sur plusieurs générations) le remplacement de génération peut se produire dans ses communes puisque le prix des logements ne revêt plus un caractère trop dissuasif. L'accès aux logements pour tout type de ménages peut être envisagé dans ses communes aux prix de l'immobilier particulièrement élevés. De plus, les personnes qui ont tendance à migrer sont celles qui ont les revenus les plus élevés souligne Thierry EGGERICKX ; cela avait été montré dans le cadre du modèle de propension à migrer où les chercheurs approximaient le revenu des individus par leurs niveaux d'instruction.

Marc DEBUISSON estime que le statut d'occupation du logement (propriétaire/locataire) aurait pu avoir un certain caractère explicatif pour le modèle de localisation résidentielle. Par exemple, on s'attendrait à retrouver plus de propriétaires dans les communes périurbaines alors que les taux de locataires seraient plus élevés dans les centres urbains. Eric CORNELIS confirme cette idée tout en rappelant que cette variable fut considérée dans le modèle de propension à migrer précédemment calibré.

Marie VANDRESSE demande à quel niveau du projet peut-on retrouver le « long terme » présent dans le titre du projet. Eric CORNELIS lui répond qu'en arrivant à un nombre d'itérations assez important, on pourrait simuler les comportements



résidentiels avec leurs impacts sur l'accessibilité (et les indicateurs qui en découlent) sur le « long terme ». Il pourrait être envisagé de simuler ces comportements et leurs conséquences en terme de mobilités sur des périodes de 10 ou 20 ans. Les outils pour se faire ont été développés mais le temps limité n'a pu permettre aux chercheurs de pouvoir tout coupler. Eric CORNELIS signale que certains paramètres des modèles pourraient alors être modifiés pour connaître leurs impacts sur les résultats des simulations (mise en place de scénarios).

Marie VANDRESSE souhaite savoir si la matrice O/D qui provient du modèle gravitaire de demande de mobilité (domicile-travail et domicile-école) est à chaque fois calculée. Eric CORNELIS lui répond par l'affirmative en faisant remarquer que quelques développements seraient cependant nécessaires pour un tel résultat. Par exemple, une population synthétique pourrait être utilisée pour actualiser les marges de cette matrice tout en recourant à des projections sur les localisations futures de l'emploi.

Marie VANDRESSE mentionne qu'une telle matrice de demande O/D pourrait être très utile pour le Bureau du Plan dans le cadre des travaux menés pour les « perspectives transport ».

Jacqueline BERLIER s'interroge sur la prise en considération des nouveaux arrivants dans nos modèles résidentiels ainsi que des travailleurs transfrontaliers pour l'affectation des flux sur le réseau. Sylvain KLEIN lui répond qu'en effet, uniquement les déplacements nationaux ont été considérés dans les comparaisons avec les observations de MOBEL ; pour considérer les déplacements transfrontaliers, il faudrait pouvoir recourir à des données qui ne sont pas disponibles jusqu'à présent. Concernant les migrations internationales, Thierry EGGERICKX cite les chiffres de 80 000 entrées et 50 000 sorties annuelles pour la Belgique. Ces mouvements concernent principalement Bruxelles et la Flandre.

Les membres du comité de suivi n'ayant plus de questions, Eric CORNELIS les remercie de leur présence à cette réunion tout en ajoutant que le rapport final est en cours de rédaction et qu'il leur sera transmis dès que possible.