

Mobilité des personnes, enquêtes comportementales et modèles désagrégés

Philippe Toint¹ Cinzia Cirillo² Eric Cornélis¹

¹Department of Mathematics, University of Namur, Belgium

(philippe.toint@fundp.ac.be)

²University of Maryland, USA

Octobre 2006

- 1 Contexte
 - Impacts
 - Histoire
- 2 Enquêtes
 - L'outil
 - Quelques résultats
- 3 Modèles
 - Schémas, chaînes et tours
 - Éléments de modélisation
 - Structure d'un modèle complet
- 4 Populations synthétiques
 - Pourquoi ?
 - Éléments de modélisation
- 5 Conclusions

Pourquoi étudier la demande de transports ?

- Pour tous les **individus** dans tous les **ménages**. . .
- . . . les trajets quotidiens impliquent **beaucoup** de décisions mineures. . .
- . . . mais leur effet combiné est **énorme**

⇒ sujet d'actualité permanente

Les impacts sur la société

- planification et maintenance du **système de transport**
- part significative des **dépenses publiques**
- partie des **politiques sociales** et de bien-être
- politiques d'**aménagement du territoire**
(étalement urbain, . . .)
- stratégies de **santé publique** et de **sécurité**

Les impacts sur la société (2)

- nombreuses questions **environnementales** :
 - pollution par les gaz d'échappement (effet de serre)
 - effet majeur sur la gestion du ruissellement en milieu urbain
 - conservation des paysages
- questions **légal**es et **éthiques** (responsabilités, droit à la mobilité)
- ...

Qu'entend par "mobilité quotidienne" ?

Notre postulat fondamental :

les déplacements sont causés par le désir des individus de participer à des activités situées dans des lieux différents

Ce qui nous intéresse :

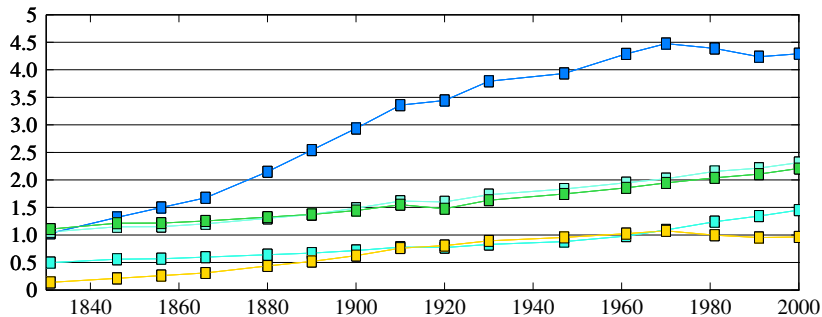
l'organisation (succession, timing) des activités des individus et les détails de ses déplacements vers les lieux de ces activités (chaînes d'activités)

Les objectifs

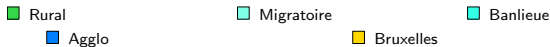
- **comprendre** les comportements
- **analyser** leurs déterminants
- **tester** des hypothèses (scénarios)
- **prévoir** la demande de déplacement et le trafic (mode, timing, distances, ...)

support aux décisions publiques et privées

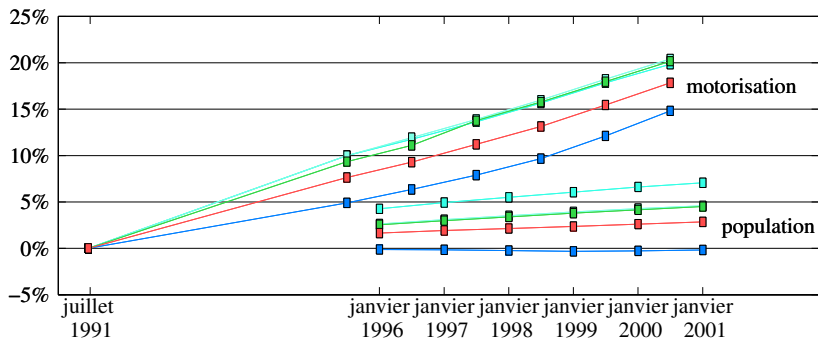
Population et résidence



Evolution de la population belge depuis 1831
selon le type de résidence en 1991 (source INS)



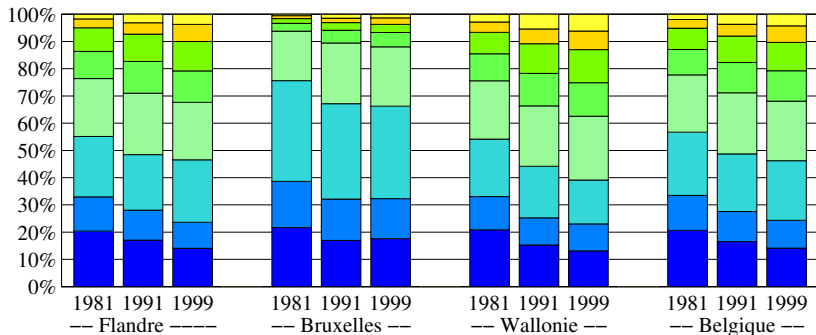
Population et motorisation



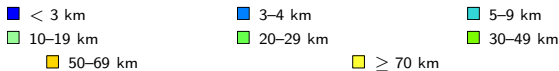
Evolution de la population et de la motorisation selon le type de résidence (source DIV, INS)



Quelle distance au travail ?

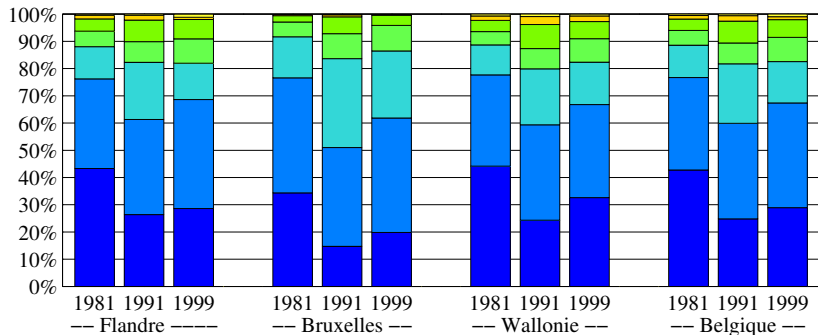


Evolution des distances au travail selon la région de résidence

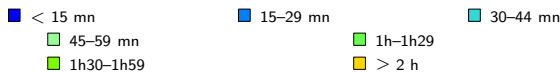


ex: MOBEL 2000.

Durée du déplacement vers le travail

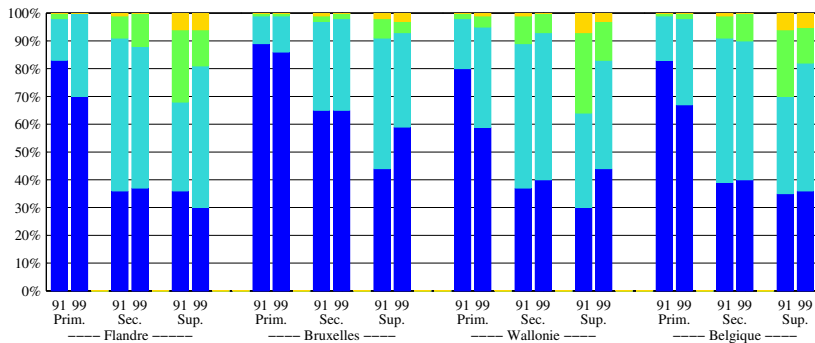


Evolution des durées de déplacement vers le travail selon la région de résidence



ex: MOBEL 2000.

Quelle distance à l'école ?



Evolution de la distance à l'école entre 1991 et 2001

■ < 5 km

■ 5-20 km

■ 20-50 km

ex: MOBEL 2000.

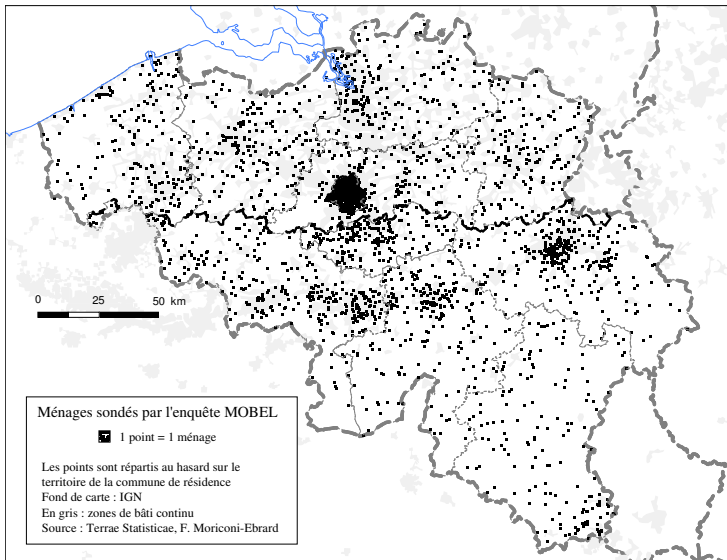
Les enquêtes de mobilité en Belgique

Outil 1 :

les enquêtes sur les comportements de mobilité

- récent en Belgique!!!
(mais depuis 30 ans chez nos voisins)
- aujourd'hui démarrée :
 - Belgique : MOBEL (1999)
 - RW : CREMOR (2000), ERMM (2001, ...)
 - VL : OVG (2000, ...)
 - Bxl : ???

L'échantillon MOBEL

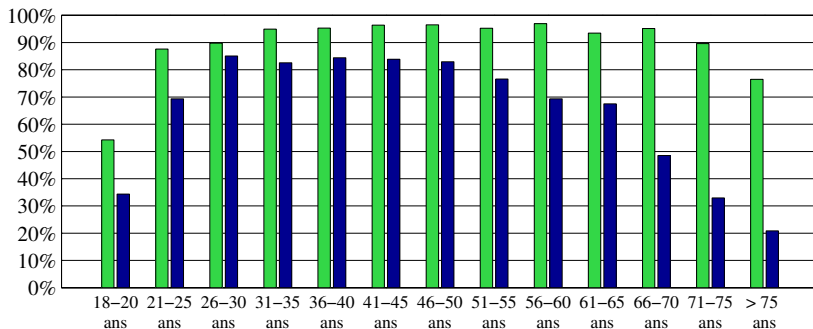


Apports et limitations des enquêtes de mobilité

- état des lieux **statique** des comportements
- vision **descriptive**
- forte **agrégation spatiale**
(due à l'échantillonnage)
suppose des **comportements homogènes** dans des zones géographiques étendues (provinces)
- approche **qualitative**
⇒ pas de prédiction

Outil limité mais indispensable

Les effets de la démographie



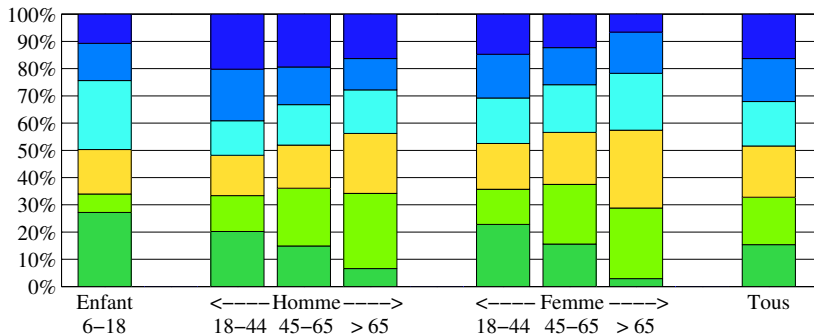
Proportion des détenteurs d'un permis de conduire par âge et sexe

■ Homme

■ Femme

ex: MOBEL 2000.

Qui souffre des pointes de circulation ?



Temps passé en déplacement par âge et sexe (JO)



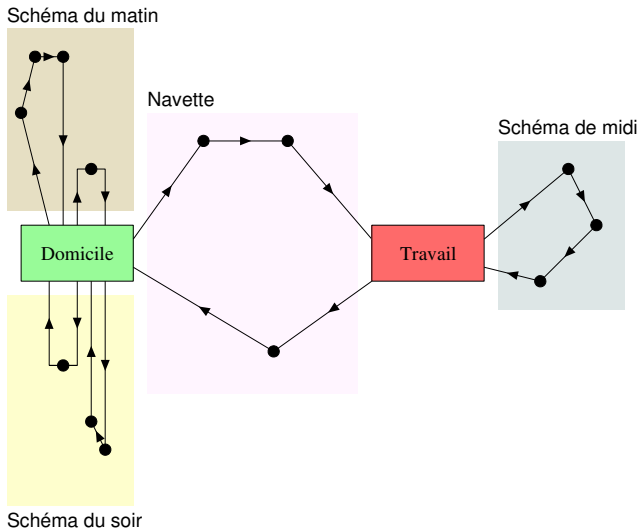
ex: MOBEL 2000.

Modélisation des comportements

Classiquement : les **modèles agrégés**

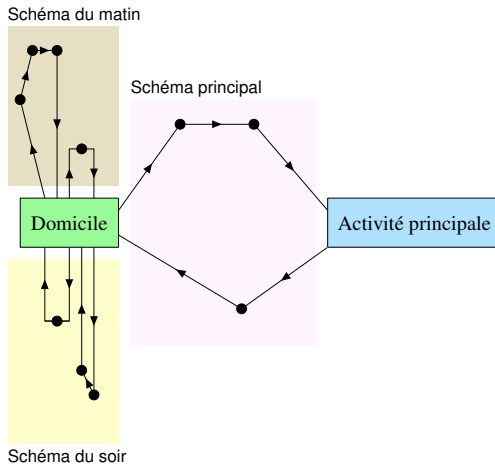
- conceptuellement simples (+)
- mise en œuvre (relativement) facile (+)
- supporte facilement une désagrégation spatiale élevée (+)
- population peu différenciée (-)
- déplacement comme unité (-)
- peu adaptés au choix modal (- -)

Cependant, pour les actifs. . .



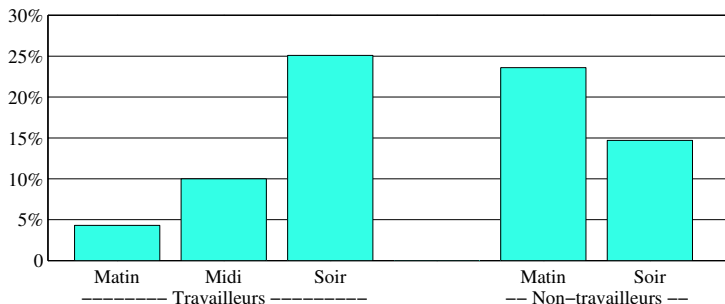
Structure spatiale des déplacements quotidiens pour les actifs

... et les inactifs



Structure spatiale des déplacements quotidiens pour les inactifs

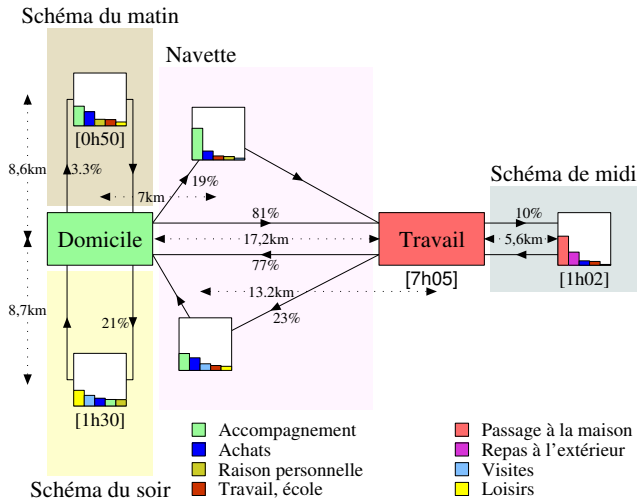
Combien de tours ?



Part des individus effectuant au moins un tour par schéma de déplacement
(à l'exclusion du schéma principal)

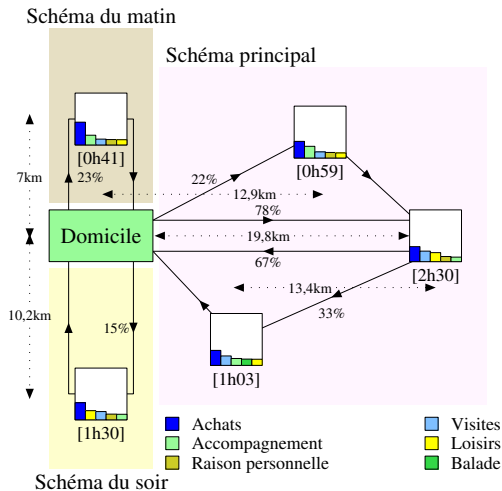
ex: MOBEL 2000.

En pratique, pour les actifs. . .



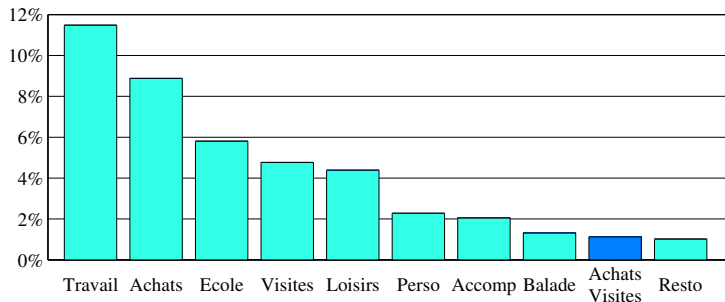
Organisation des activités et déplacements quotidiens pour les actifs

... et les inactifs !



Organisation des activités et déplacements quotidiens pour les inactifs

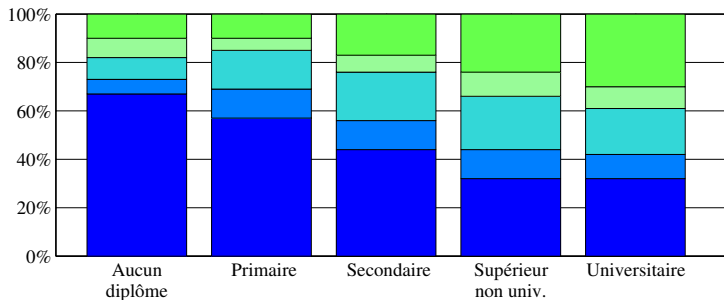
Diversité des comportements



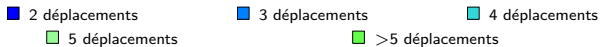
Fréquences relatives des chaînes de déplacements quotidiens les plus populaires

ex: MOBEL 2000.

Comportements et éducation

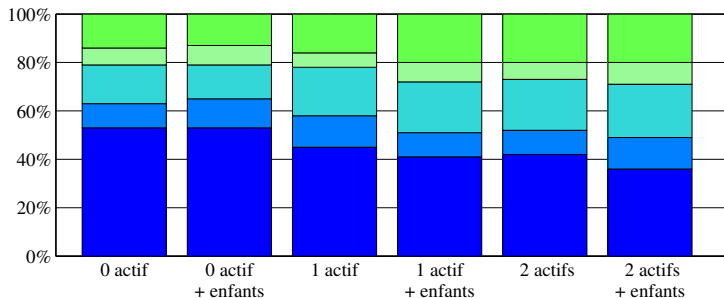


Complexité de la chaîne des déplacements quotidiens selon le diplôme

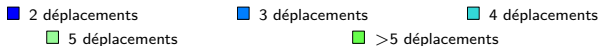


ex: MOBEL 2000.

Comportements et structure du ménage



Complexité de la chaîne des déplacements quotidiens selon la structure du ménage



ex: MOBEL 2000.

Modèles désagrégés (1)

Une alternative :

considérer les comportements de déplacement
au niveau de l'individu

- individu comme unité (+)
- population différenciée (+)
- bien adaptés au choix modal (+)
- conceptuellement plus complexes (-)
- plus difficiles à mettre en œuvre

Modèles désagrégés (2)

Idée :

simuler explicitement les choix individuels

Outil 2 : la théorie de l'utilité aléatoire

⇒ un individu i associe à une alternative j une "utilité"

$$U_{ij} = [\text{paramètres} \times \text{facteurs explicatifs}] + [\text{erreur aléatoire}]$$

Illustration :

$$U_{bus} = \text{distance} - 1.2 \times \text{prix du billet} - 2.1 \times \text{retard par rapport à la voiture} + \epsilon$$

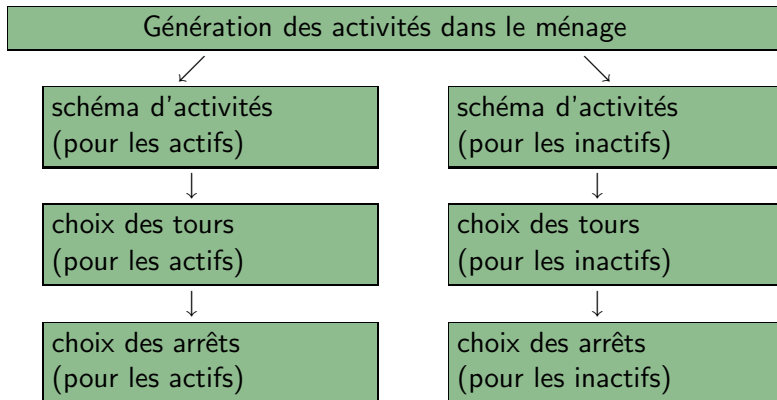
Modèles désagrégés (3)

Probabilité que l'individu i choisisse l'alternative j plutôt que l'alternative k donnée par

$$\text{prob} (U_{ij} \geq U_{ik} \quad \forall k)$$

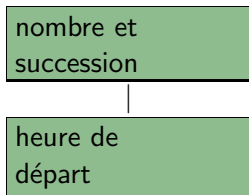
- calibration des paramètres à partir des enquêtes de mobilité!
⇒ optimisation mathématique complexe :
 - choix des méthodes (algorithmes)
 - réalisation informatiques (logiciels)

Hiérarchie des choix (1)

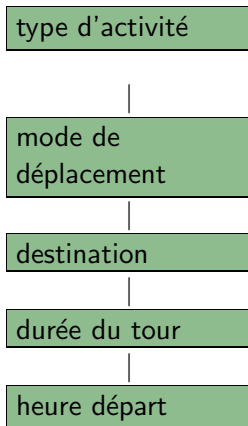


Hiérarchie des choix (2)

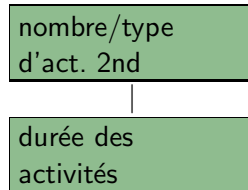
Schéma



Tour



Arrêts



Et tout cela pour quels individus/ménages ?

A considérer :

- représentativité spatiale
(anciennes communes)
- classes socio-économiques
(âge, sexe, diplôme, permis de conduire, activité)

Outil 2 : les populations synthétiques

Mais :

- **BEAUCOUP** de classes
- \Rightarrow maths sophistiquées. . .

Quelles populations synthétiques ?

Trois approches :

- par **clonage** des individus des enquêtes de mobilité (TRANSIMS,...)
- par **réduction** d'une population indifférenciée (SAMBA)
- par **reconstruction** des ménages par tirage dans les distributions empiriques

mais aussi :

- dynamique démographique
- effets de cohortes

Quelles données ?

- structure locale de la population (registre national)
 - 589 communes belges
 - ménages (taille, structure)
 - classes d'âge et sexe
- niveau d'éducation (GEDAP)
- statut socio-professionnel (INS)
- permis de conduire (DIV)
- données comportementales (MOBEL)

inconsistences !!

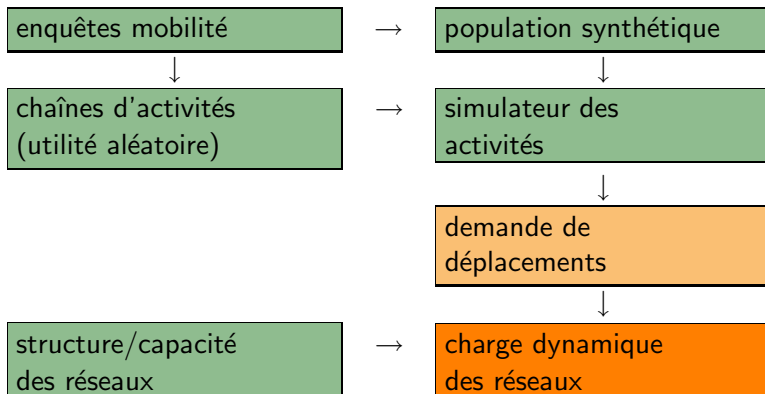
Les difficultés

- cohérence entre données ménages et individus
- taille très variables des communes belges
- données assez incertaines (bébés. . .)
- incohérence temporelle
- mise à jour (démographie, données)

mais

4 millions de ménages et 10 millions d'individus synthétiques

Le grand dessein...



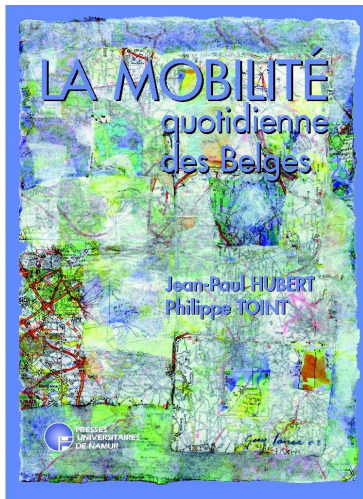
Conclusions et perspectives

- Les questions de transports deviennent plus cruciales et plus compliquées que jamais.
- Les **modèles** deviennent donc plus **complexes** ...
- ... mais restent la **seule alternative** à la technique coûteuse des **essais et erreurs** !

Nos voisins se lancent ... allons nous rester au balcon ?

Merci de votre attention !

Pour plus de détails. . .



Presses Universitaires de Namur, 2002.