

# Dynamiques résidentielles

## Simulation de la mobilité résidentielle

### Module P42 – Mobilités résidentielles

01. Contexte et objectifs
02. Principes et fonctionnement du modèle
03. Présentation des variables
04. Formalisation du modèle
05. Résultats

Avril 2012

# Partie 1

## Contexte et objectifs

- 01. Contexte et objectifs**
02. Principes et fonctionnement du modèle
03. Présentation des variables
04. Formalisation du modèle
05. Résultats

- Mobilités résidentielles : enjeu majeur en aménagement du territoire.
- Dynamiques territoriales aux fonctionnements complexes : champ de recherche important.

**Objectif du module** : déterminer pour chaque année de simulation les ménages qui déménagent et leur nouvelle localisation résidentielle.

Fonctionnement en **interaction** avec le module des mobilités quotidiennes.

Développement de **nombreux modèles** :

- Modèles de choix discret :
  - multinomial simple (Weisbrod et al., 1980 ; Wegener, 1985 ; Prashker et al., 2008 ; Nicolas et al., 2009)
  - hiérarchisé (Ben Akiva et al., 1986 ; Ettema et al., 2007)
- Modèles multi-agents (Benenson, 1998 ; Filatova et al., 2008 ; Ettema, 2011)

Avril 2012

# Partie 2

## Principes et fonctionnement du modèle

01. Contexte et objectifs
- 02. Principes et fonctionnement du modèle**
03. Présentation des variables
04. Formalisation du modèle
05. Résultats

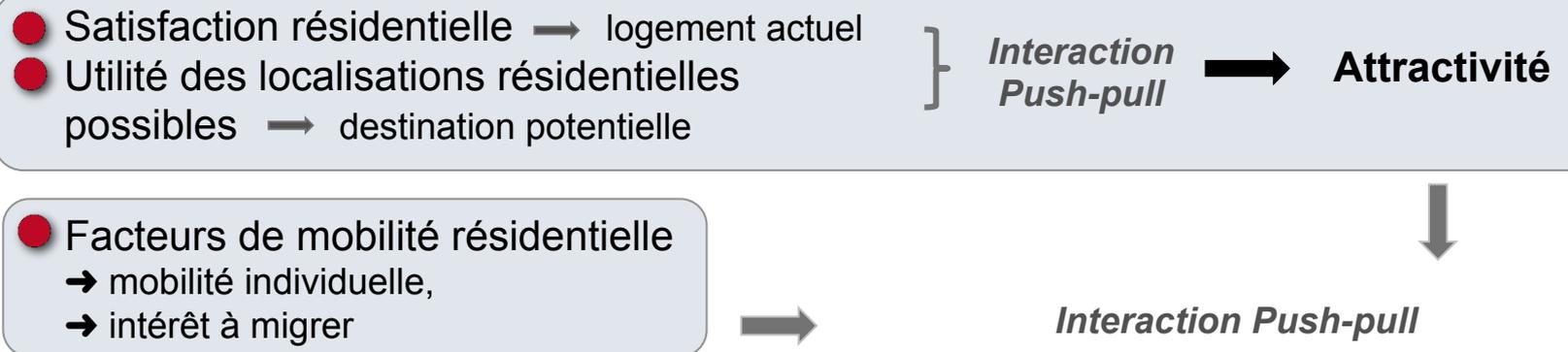
Avril 2012

Le modèle est **individu-centré**, et ses composantes sont de deux natures :

- Les agents : ménages, composés d'individus
- Les logements, définis par l'ensemble « logement + environnement résidentiel »

Le modèle est basé sur l'**appréciation par chaque ménage** du logement et de l'environnement résidentiel :

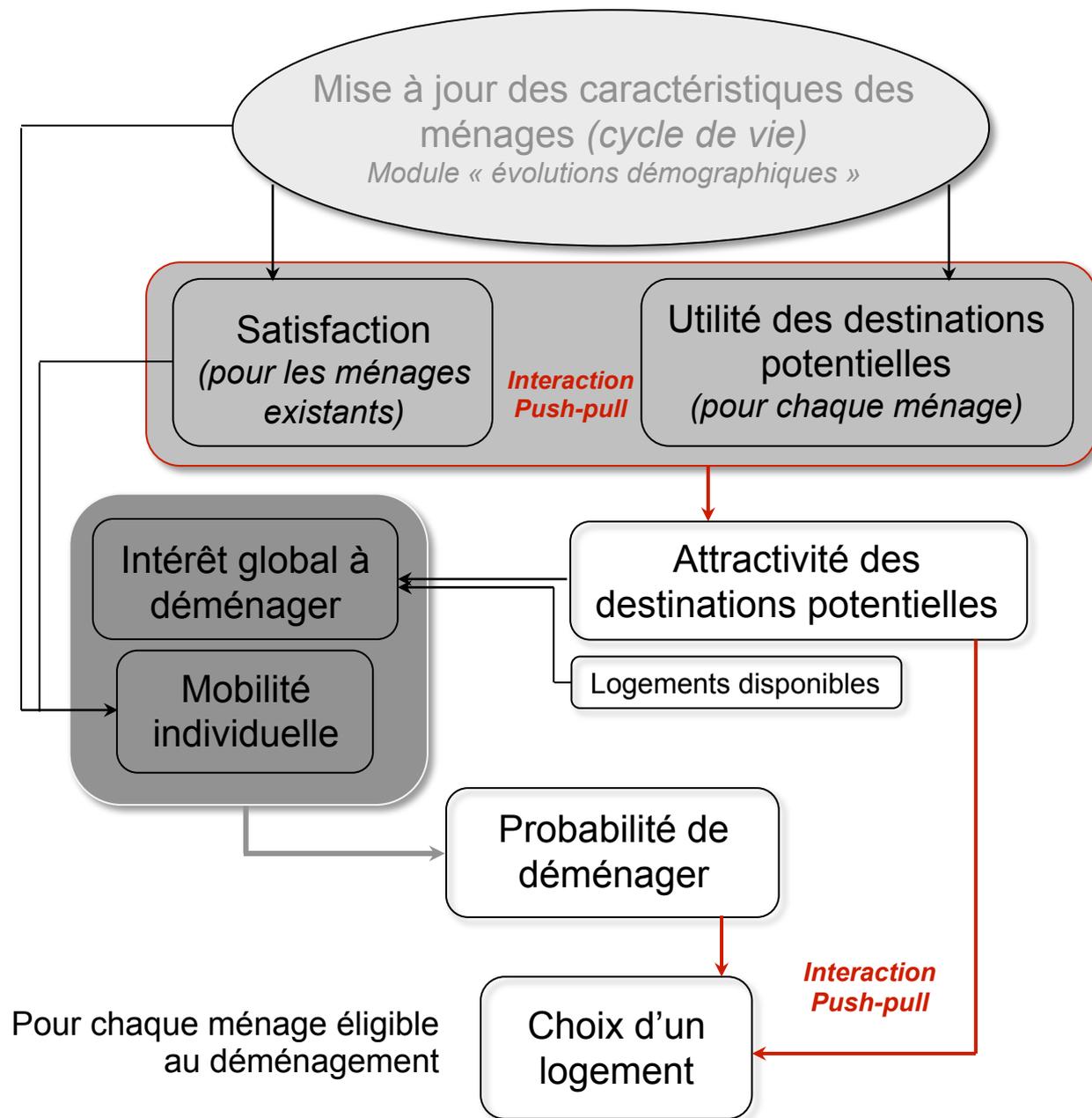
- qu'il occupe
- qu'il pourrait occuper



Interaction push-pull : Ben-Akiva et al., 1986 ; Weidlich, 2005...

# Fonctionnement du modèle

## Schéma général



Pour chaque ménage éligible au déménagement

Avril 2012

# Partie 3

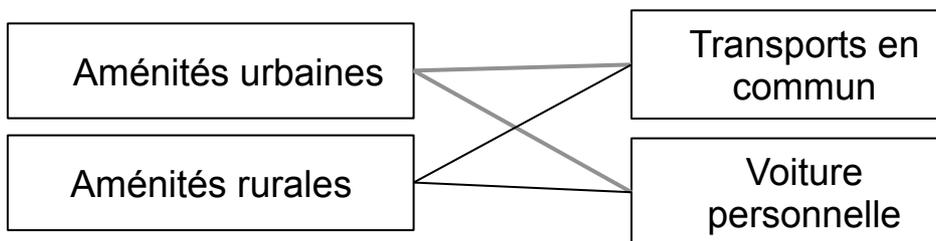
## Présentation des variables

01. Contexte et objectifs
02. Principes et fonctionnement du modèle
- 03. Présentation des variables**
04. Formalisation du modèle
05. Résultats

Avril 2012

Le ménage est décrit par un ensemble de variables socio-économiques et par son style de vie :

- **Âge** du chef de famille : moins de 30 ans, 30 à 44 ans, 45 à 59 ans et plus de 60 ans.
- **Composition du ménage** : célibataire, couple, famille et famille monoparentale
- **Nombre d'enfants** : aucun, 1 à 2, et 3 et plus
- **Revenus** : revenus modestes, revenus médians, revenus élevés
- **Style de vie** défini par le goût pour :



Les caractéristiques décrivant le logement sont les suivantes :

- **Taille** : une à deux pièces, trois à quatre pièces, cinq pièces et plus
- **Type de logement** : maison individuelle ou appartement
- **Statut d'occupation** : propriétaire ou locataire
- **Coût** : faible, moyen ou élevé

- Définies à la création des logements (population synthétique)
- Choix des 4 variables les plus importantes, d'après la littérature

L'environnement résidentiel local : permet de caractériser l'accessibilité aux **aménités locales**.

- Nombre de **commerces et services de fréquentation quotidienne**, localisés à moins de 400 mètres du domicile
- Nombre de **commerces et services de fréquentation hebdomadaire**, localisés à moins de 2000 mètres du domicile
- Nombre de **lignes de transport en commun** localisées à moins de 400 mètres
- Distance au **parc ou square** le plus proche
- Distance à **la bordure urbanisée**
- **Qualité paysagère** : pourcentage de forêt à moins de 1700 mètres
- **Qualité paysagère** : pourcentage de bâti dans un rayon de 100 mètres
- **Part des revenus élevés dans l'IRIS**

L'environnement résidentiel global : accessibilités plus **générales**, quantifiées à partir du module des mobilités quotidiennes :

- **Temps d'accès au centre-ville** : en voiture ou en transports en commun et modes doux
- **Accessibilité généralisée à l'emploi** : en voiture ou en transports en commun et modes doux

- Focaliser la décision résidentielle sur les **interactions push-pull** :  
un ménage ne s'engage dans une démarche de changement de logement que s'il sait qu'il y a une possibilité de trouver un nouveau logement qui lui conviendra mieux
- Évolution de l'évaluation résidentielle avec le **temps**  
(processus spatio-temporel évolutif)  
→ Modèle itératif
- Importance du style de vie sur les préférences en matière de choix résidentiel
- La structure spatiale urbaine dépend principalement des **différenciations spatiales intra-urbaines** :  
site et situation, combinés aux caractéristiques des individus.
  - Non-modélisation du fonctionnement du marché immobilier
  - Variables économiques prises en compte au même titre que d'autres variables
- Intervention des revenus de manières différentes :
  - Satisfaction : proxy pour mesurer la catégorie sociale des individus
  - Choix : sélection des logements potentiels par rapport à leur coût.  
Le ménage est contraint par ses revenus.

Avril 2012

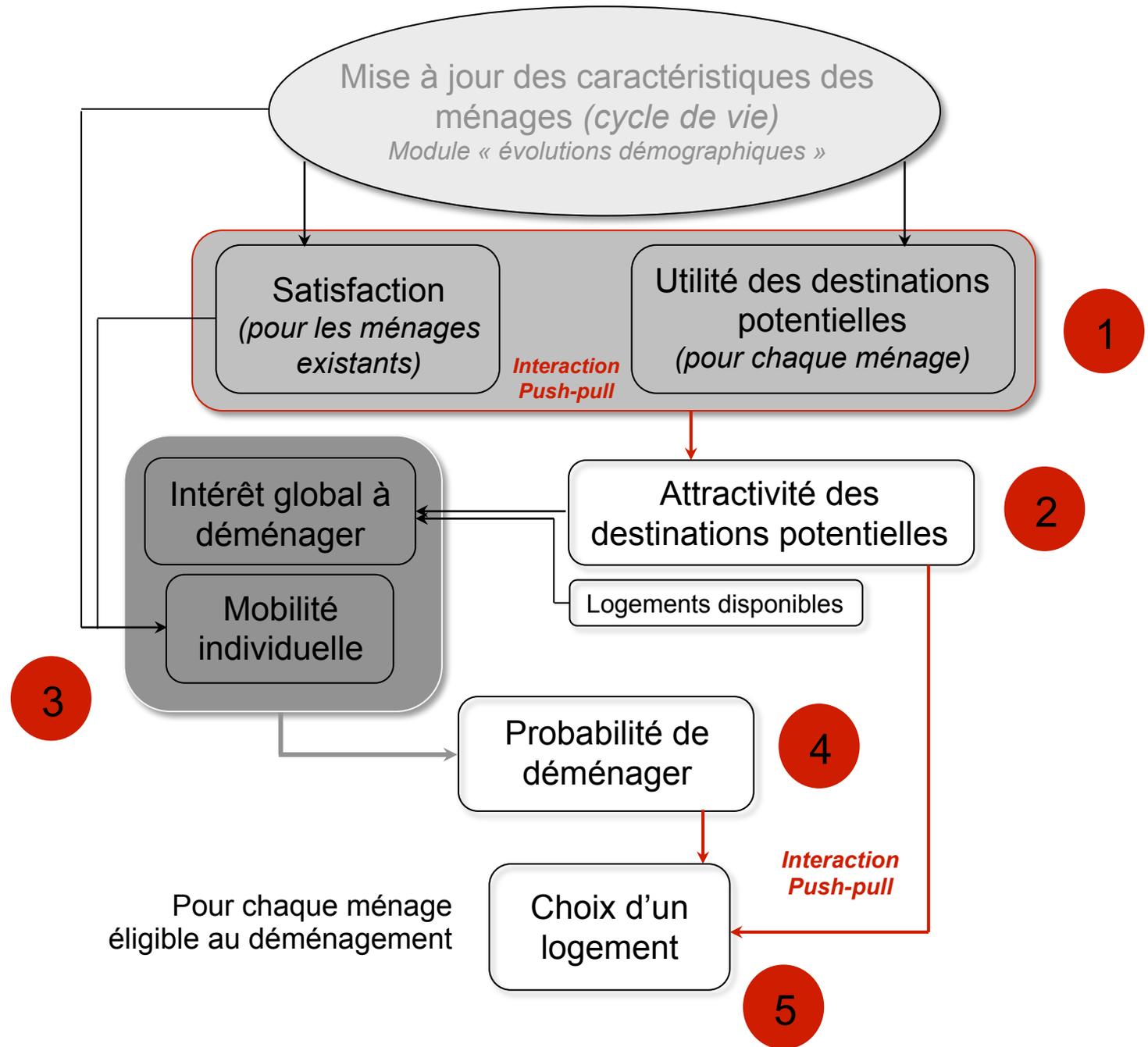
# Partie 4

## Formalisation du modèle

01. Contexte et objectifs
02. Principes et fonctionnement du modèle
03. Présentation des variables
- 04. Formalisation du modèle**
05. Résultats

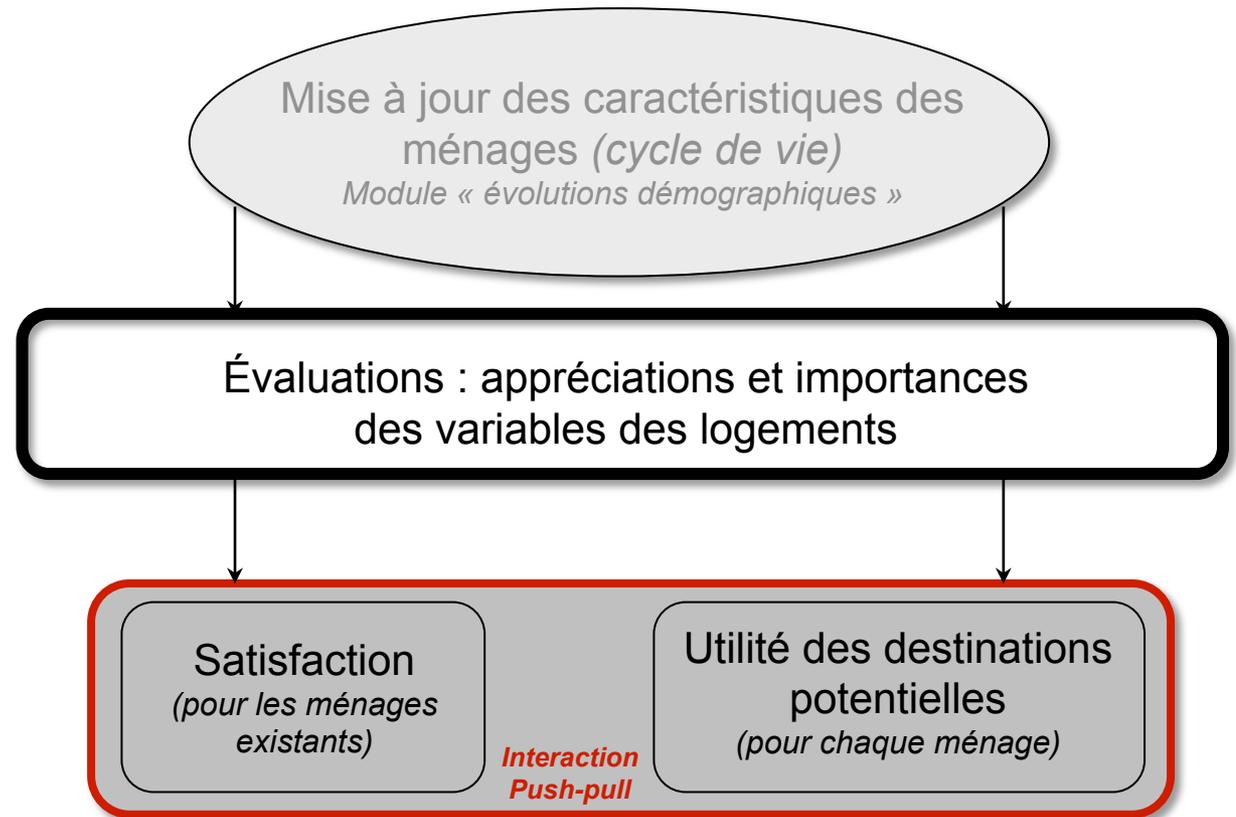
# Formalisation du modèle

## Schéma général



# Formalisation du modèle

## Évaluations



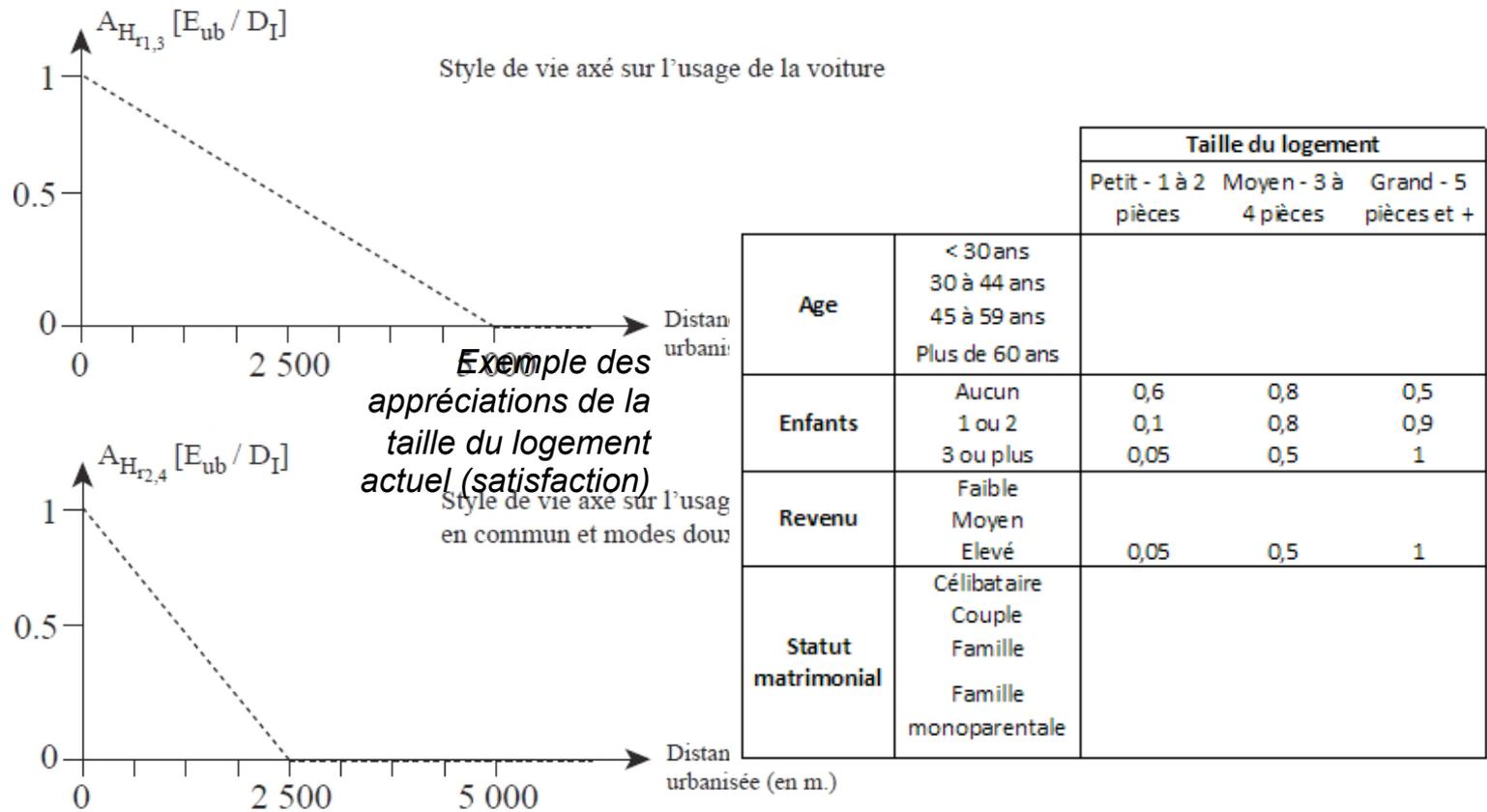
# Formalisation du modèle

## Évaluations

Module P42  
Mobilité résidentielle

Avril 2012

- Évaluations subjectives : analyse de la littérature
- Variables considérées : identiques pour la satisfaction et le choix
- Différences dans les appréciations selon :
  - Les caractéristiques des ménages
  - Logement actuel ou potentiel



- Importances  $\omega$  : pondération des appréciations
  - Variations en fonction des caractéristiques des individus
- Saaty, 1977 : comparaisons par paires
  - Passage d'une information qualitative à une information quantitative :  
Analytical Hierarchy Process

		Taille du logement ( $\xi$ )			Coût du loyer ( $\kappa$ )		
		Petit - 1 à 2 pièces	Moyen - 3 à 4 pièces	Grand - 5 pièces et +	Faible	Moyen	Elevé
Age de la personne de référence	< 30 ans						
	30 à 44 ans						
	45 à 59 ans						
	Plus de 60 ans						
Statut matrimonial	Célibataire						
	Couple						
	Famille						
	Famille monoparentale						
Revenu du ménage	Faible						Très important
	Moyen						Très important
	Elevé						Pas important
Nombre d'enfants	Aucun						
	1 ou 2						
	3 ou plus						

- Importances  $\omega$  : pondération des appréciations
  - Variations en fonction des caractéristiques des individus
- Saaty, 1977 : comparaisons par paires
  - Passage d'une information qualitative à une information quantitative : Analytical Hierarchy Process

		Taille du logement ( $\xi$ )			Coût du loyer ( $\kappa$ )		
		Petit - 1 à 2 pièces	Moyen - 3 à 4 pièces	Grand - 5 pièces et +	Faible	Moyen	Elevé
Age de la personne de référence	< 30 ans						
	30 à 44 ans						
	45 à 59 ans						
	Plus de 60 ans						
Statut matrimonial	Célibataire						
	Couple						
	Famille						
	Famille monoparentale						
Revenu du ménage	Faible				Très important		
	Moyen				Très important		
	Elevé		Très important		Pas important		
Nombre d'enfants	Aucun		Pas important				
	1 ou 2		Important				
	3 ou plus		Très important				

A.H.P



Taille  
Coût  
Type de logement  
Statut d'occupation

$\left( \begin{array}{c} 0,16 \\ 0,22 \\ 0,48 \\ 0,14 \end{array} \right)$

- Pondération des appréciations : calcul des satisfactions et utilités

# Fonctionnement du modèle

## Satisfaction et utilité

- Satisfaction au logement actuel

$$S_H(I) = (0.60 \times S_H(D_I)) + (0.40 \times S_H[E/D_I])$$

Logement

Environnement  
résidentiel

- Utilité des logements potentiels

$$U_H(J) = (0.75 \times U_H(D_J)) + (0.25 \times U_H[E/D_J]) \text{ avec } J \neq I$$

Logement

Environnement  
résidentiel

Avril 2012

Module P42  
Mobilité résidentielle

- Satisfaction au logement actuel

$$S_H(I) = (0.60 \times S_H(D_I)) + (0.40 \times S_H[E/D_I])$$

Logement



$$S_H(D_I) = \text{MIN} [S_H(D_{I\xi_k})^{w_H(D_{I\xi})}, S_H(D_{I\kappa_k})^{w_H(D_{I\kappa})}, S_H(D_{I\theta_k})^{w_H(D_{I\theta})}, S_H(D_{I\lambda_k})^{w_H(D_{I\lambda})}]$$

- Utilité des logements potentiels

$$U_H(J) = (0.75 \times U_H(D_J)) + (0.25 \times U_H[E/D_J]) \text{ avec } J \neq I$$



- Satisfaction au logement actuel

$$S_H(I) = (0.60 \times S_H(D_I)) + (0.40 \times S_H[E/D_I])$$

- Utilité des logements potentiels

$$U_H(J) = (0.75 \times U_H(D_J)) + (0.25 \times U_H[E/D_J]) \text{ avec } J \neq I$$

Logement

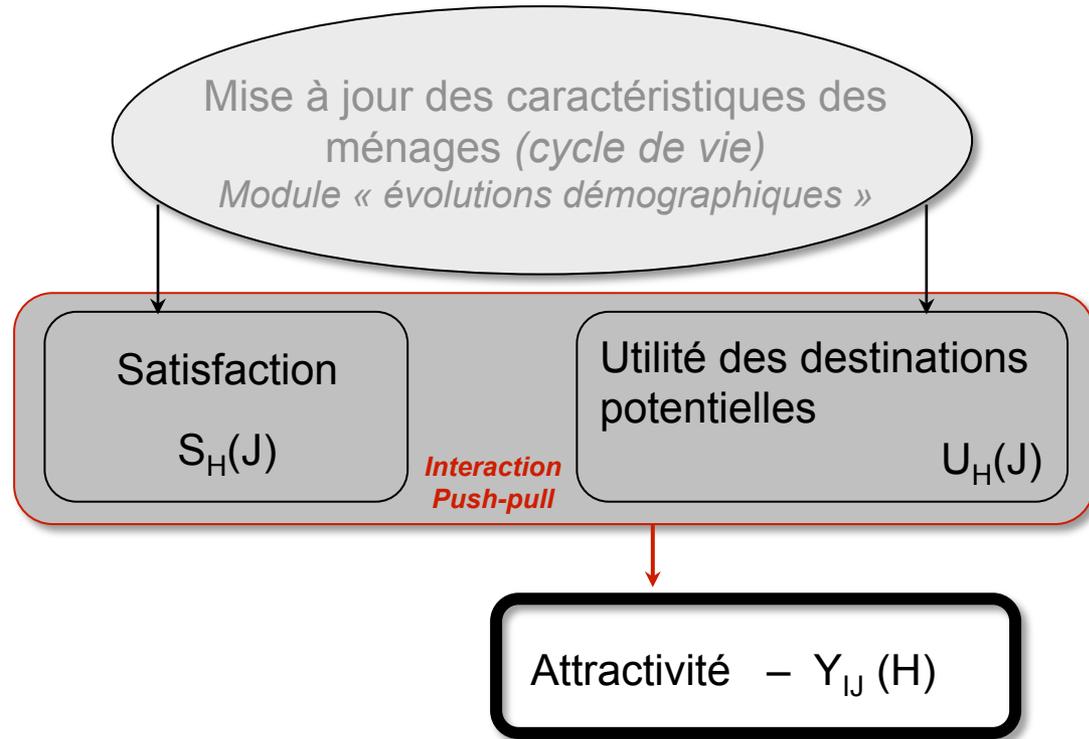
$$U_H(D_J) = [u_H(D_{J_{\xi_k}}) \times \omega_H(D_{J_{\xi}})] + [u_H(D_{J_{\lambda_k}}) \times \omega_H(D_{J_{\lambda}})] \\ + [u_H(D_{J_{\theta_k}}) \times \omega_H(D_{J_{\theta}})] + [u_H(D_{J_{\kappa_k}}) \times \omega_H(D_{J_{\kappa}})]$$





# Formalisation du modèle

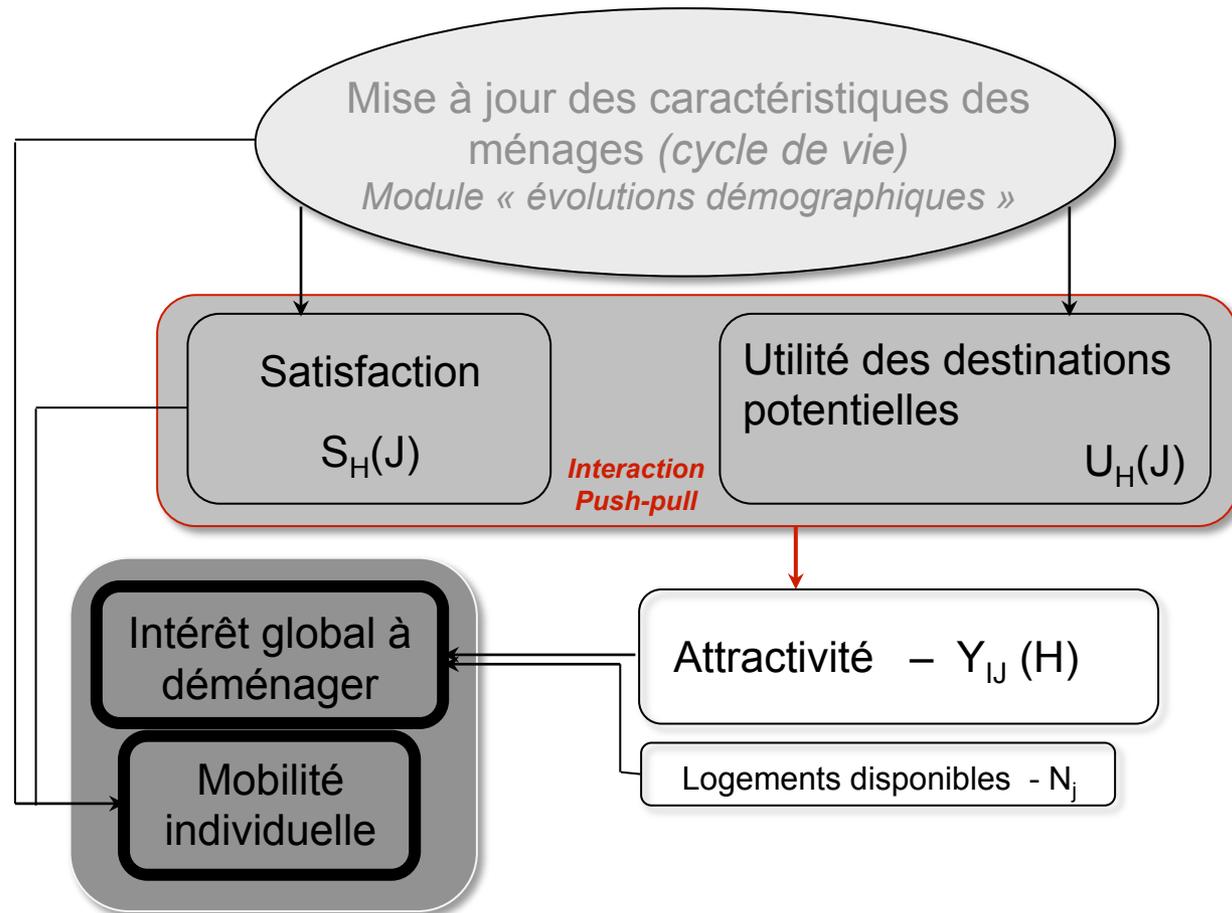
## Attractivité



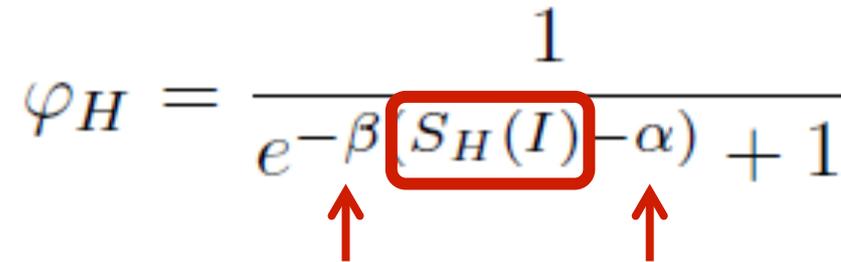
$$Y_{IJ}(H) = \text{MAX}[U_H(J) - S_H(I), 0]$$

# Formalisation du modèle

## Facteurs de mobilité



- Mobilité résidentielle individuelle

$$\varphi_H = \frac{1}{e^{-\beta} [S_H(I) - \alpha] + 1}$$


- Intérêt global à déménager

$$M_{IJ}(H) = [A_H(n_J) \times A_H(v_J)]^{1/2}$$

Nombre de logements  
disponibles

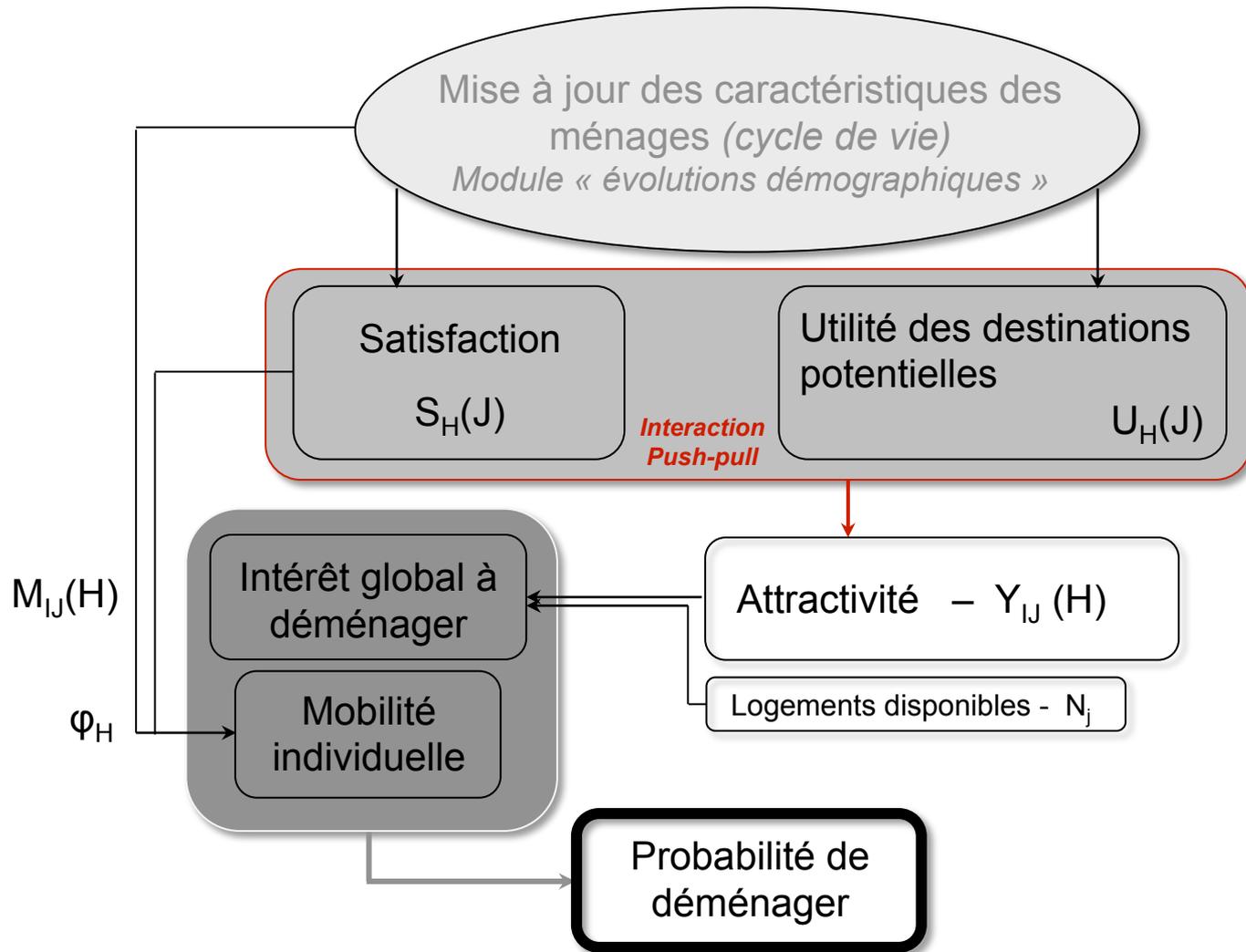


Attractivité des logements  
disponibles



# Formalisation du modèle

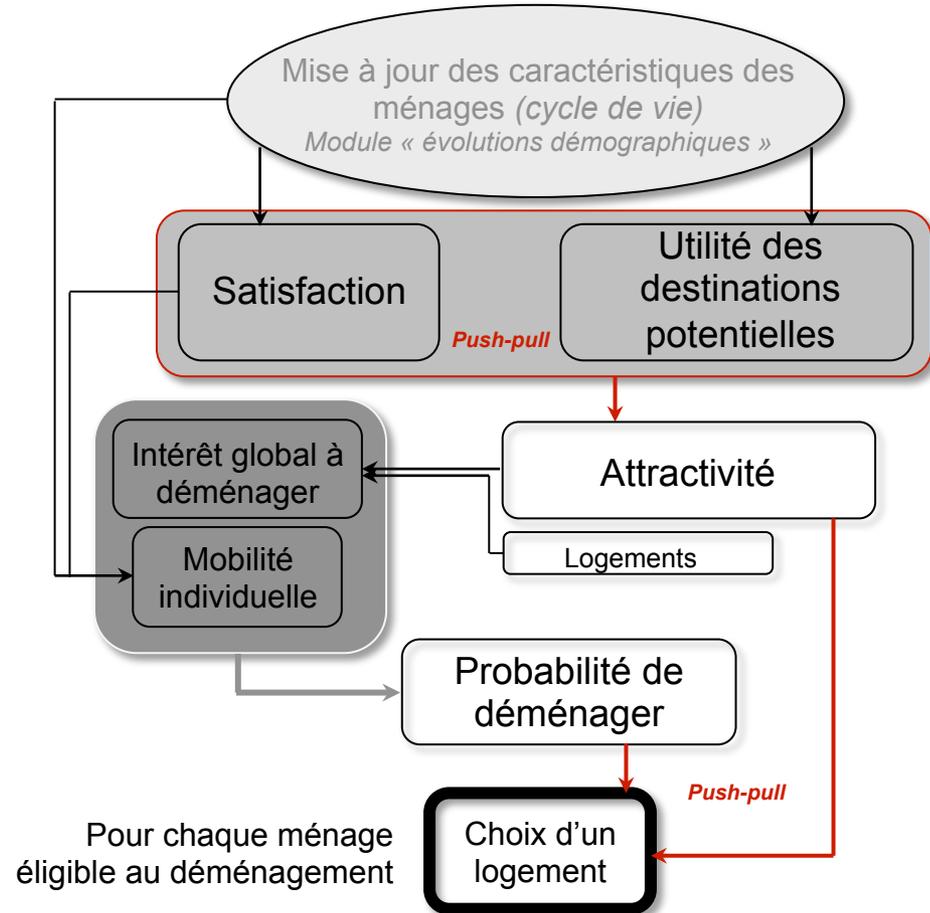
## Probabilité de déménager



$$\Omega_I(H) = [\varphi_H \times M_{IJ}(H)]^{1/2}$$

# Formalisation du modèle

## Choix du logement



$$\Psi_{IJ}(H) = \text{MAX}[Y_{IJ}(H)]$$

Avril 2012

# Partie 5

## Résultats

01. Contexte et objectifs
02. Principes et fonctionnement du modèle
03. Présentation des variables
04. Formalisation du modèle
- 05. Résultats**

# Résultats

## Évolution au cours d'une simulation



Module P42  
Mobilité résidentielle

Avril 2012

- Appréciations des ménages *via* leurs évolutions dans le cycle de vie
- Environnement résidentiel de chaque logement

→ Satisfaction résidentielle

# Résultats

## Évolution au cours d'une simulation

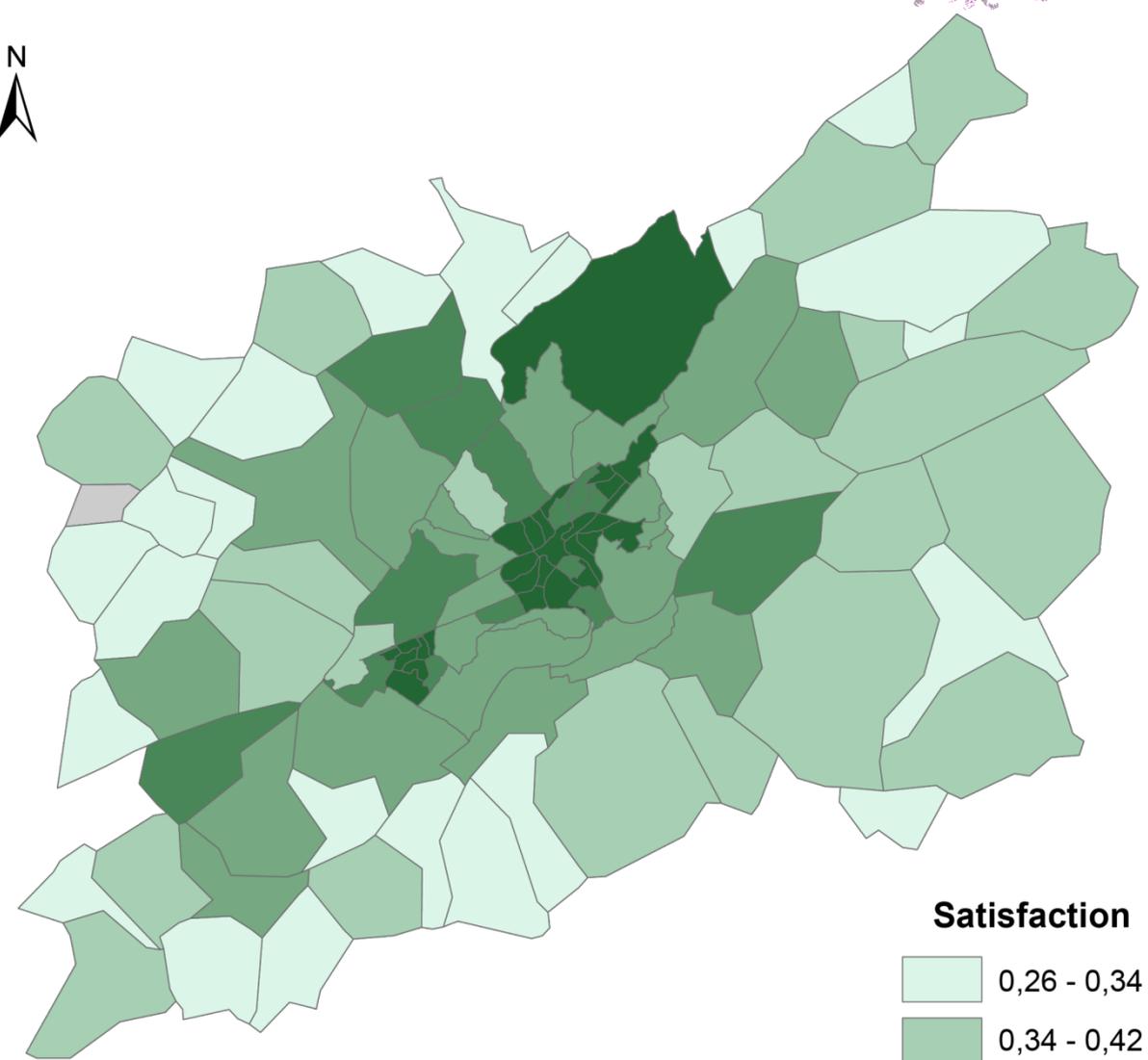
MobiSim  
Plateforme  
de modélisation  
des mobilités

Module P42  
Mobilité résidentielle

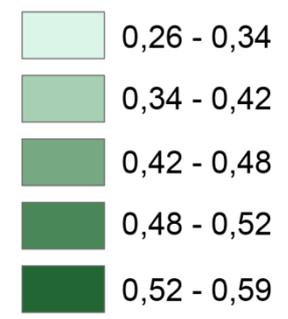
Avril 2012



A l'initial



**Satisfaction**



J.Hirtzel - ThéMA 2012

Laboratoire **ThéMA**  
UMR 6049 CNRS  
Université de Franche-Comté  
Besançon

[www.mobisim.org](http://www.mobisim.org)

Aménités urbaines + usage de la voiture

# Résultats

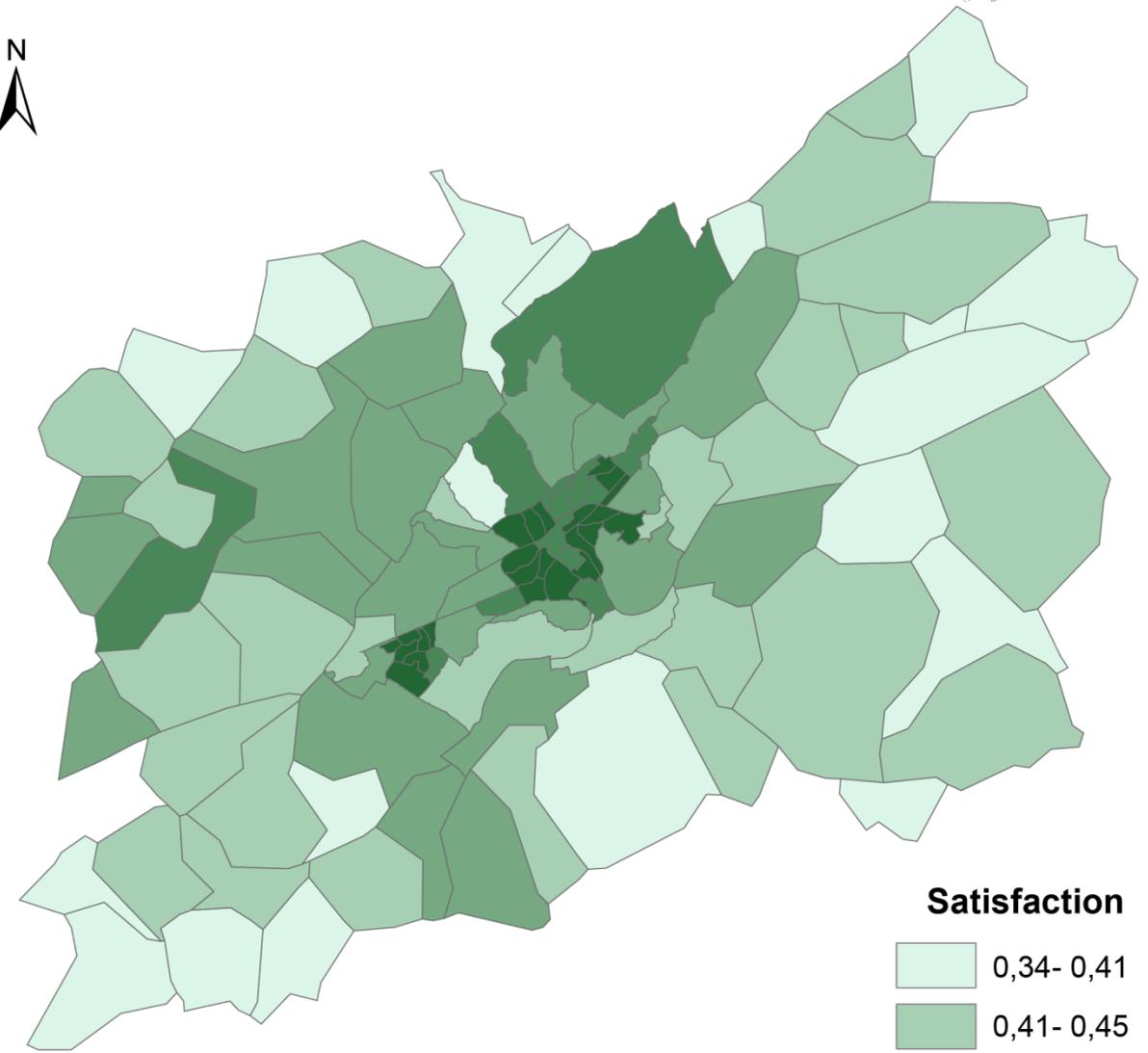
## Évolution au cours d'une simulation

MobiSim  
Plateforme  
de modélisation  
des mobilités

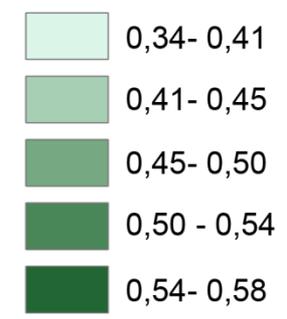
Module P42  
Mobilité résidentielle

Avril 2012

+ 5 ans



### Satisfaction



J.Hirtzel - ThéMA 2012

# Résultats

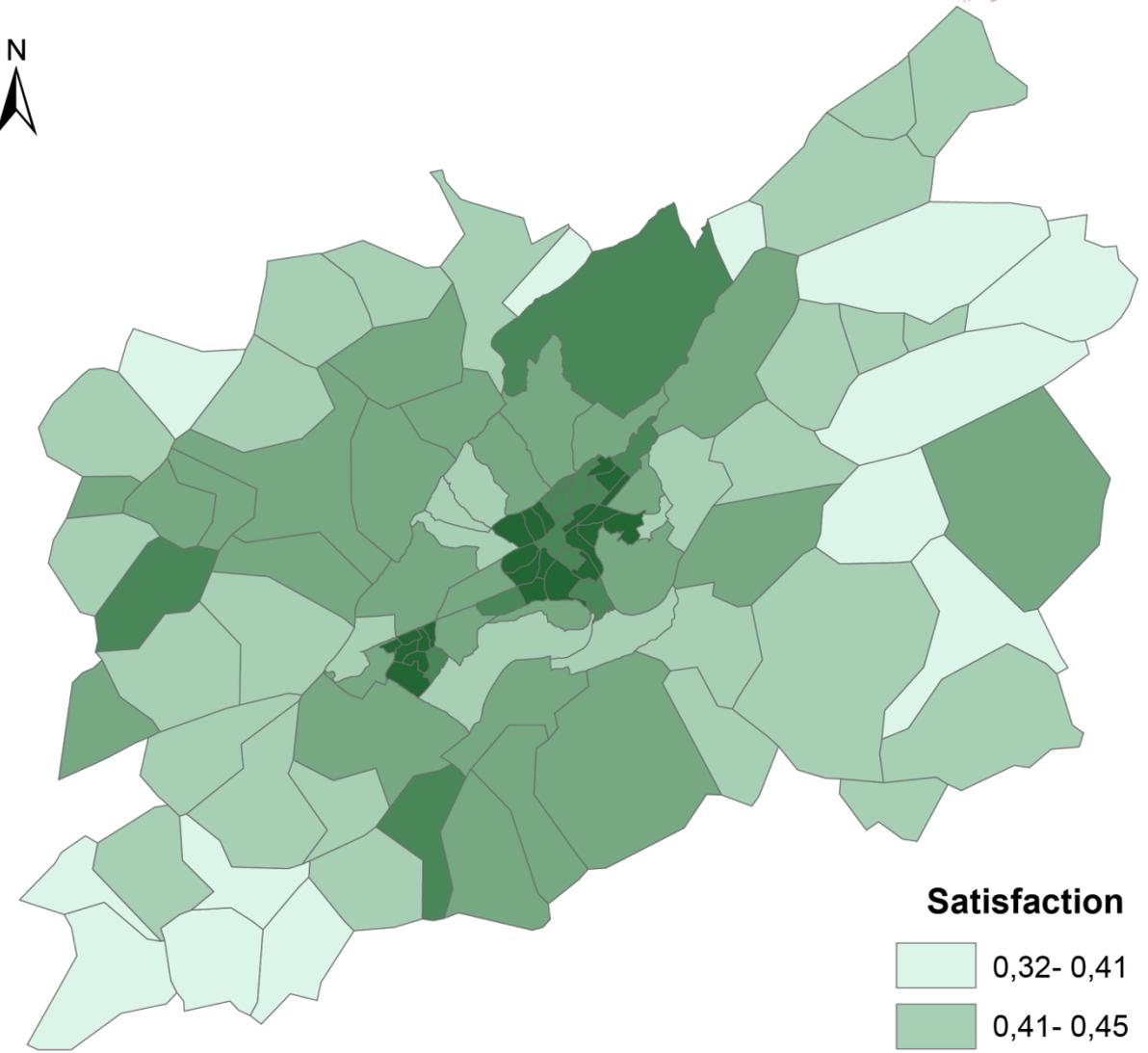
## Évolution au cours d'une simulation

MobiSim  
Plateforme  
de modélisation  
des mobilités

Module P42  
Mobilité résidentielle

Avril 2012

+ 10 ans



J.Hirtzel - ThéMA 2012

# Résultats

## Évolution au cours d'une simulation



Module P42  
Mobilité résidentielle

Avril 2012

- Appréciations des ménages *via* leurs évolutions dans le cycle de vie
- Environnement résidentiel de chaque logement
  - ➔ Satisfaction résidentielle
  - ➔ Attractivité des logements
  - ➔ Mobilité individuelle des ménages
  - ➔ Evaluation globale de l'offre en logements

➔ A chaque itération : variation du nombre de logements correspondant aux attentes des ménages.

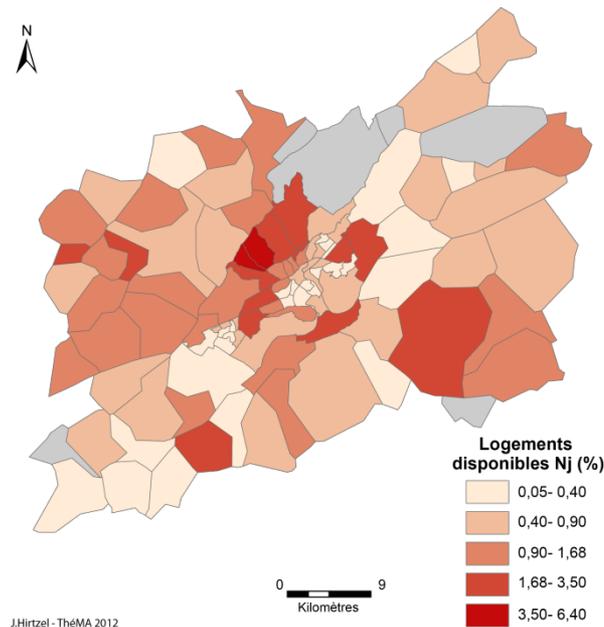
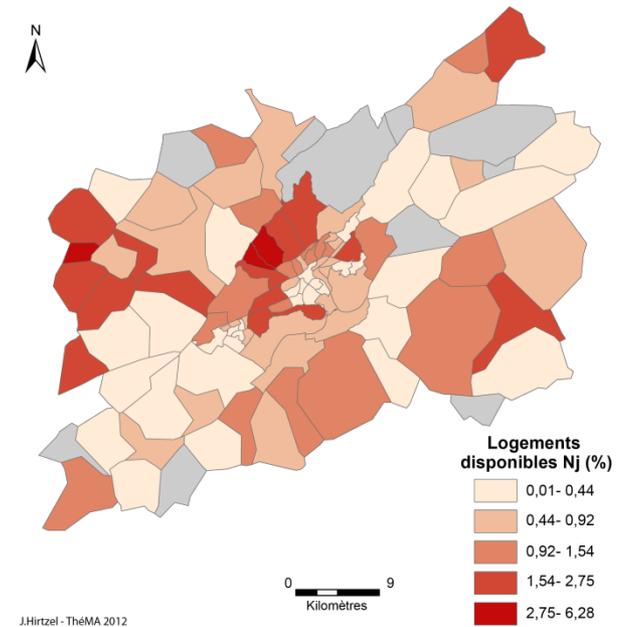
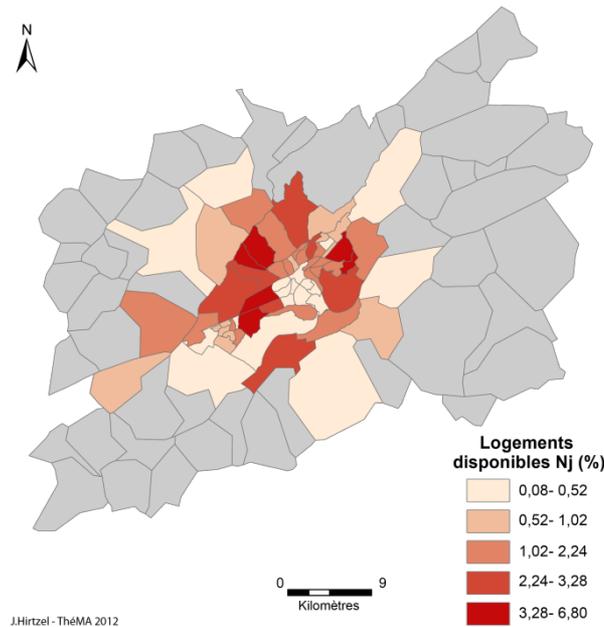
# Résultats

## Évolution au cours d'une simulation

**MobiSim**  
Plateforme  
de modélisation  
des mobilités

Module P42  
Mobilité résidentielle

Avril 2012



- A l'initial
- + 5 ans
- + 10 ans

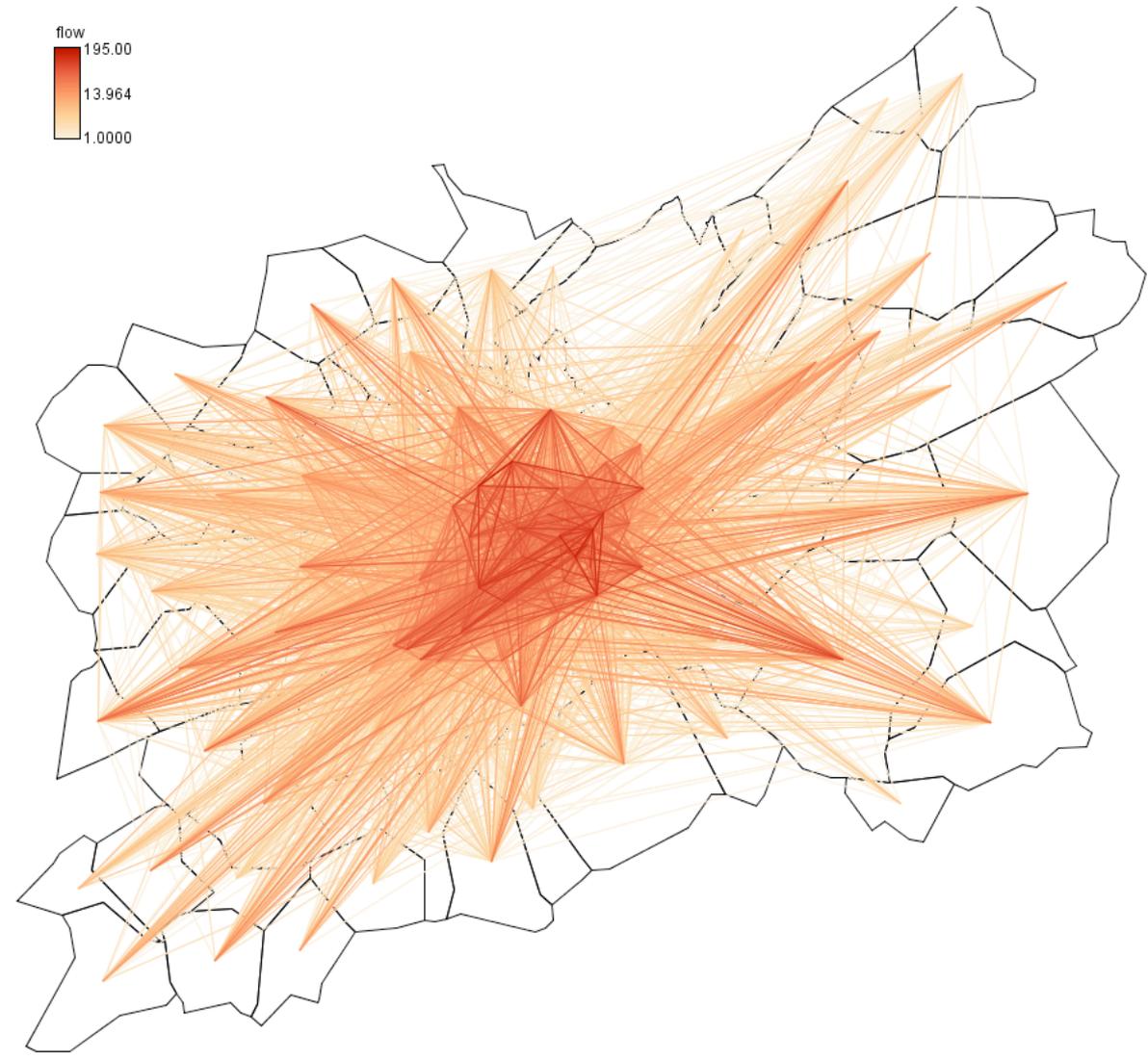
Aménités urbaines + usage de la voiture

# Résultats

MobiSim  
Plateforme  
de modélisation  
des mobilités

Module P42  
Mobilité résidentielle

Avril 2012



Laboratoire **ThéMA**  
UMR 6049 CNRS  
Université de Franche-Comté  
Besançon