

# Un modèle multi-niveau pour simuler l'activité humaine dans le contexte de la consommation énergétique résidentielle

Thomas Hureau<sup>1,2,3</sup>   Nicolas Sabouret<sup>2</sup>   Yvon Haradji<sup>3</sup>

<sup>1</sup>LIP6 - Université Pierre & Marie Curie, Paris, France

<sup>2</sup>LIMSI-CNRS - Université Paris-Sud, Orsay, France

<sup>3</sup>EDF R&D - Clamart, France

12e Rencontres des Jeunes Chercheurs en IA, 2014

# PLAN

INTRODUCTION

PROBLÉMATIQUE

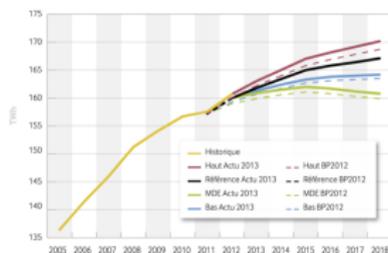
MODÈLE MULTI-NIVEAU

RÉSULTATS

CONCLUSION

# CONTEXTE : CONSOMMATION RÉSIDENTIELLE

19% of the greenhouse gas emissions in France



- ▶ pics de consommation : phénomène micro-macro
- ▶ connaissances métiers disponibles à différents niveaux

# UNE PLATE-FORME DE SIMULATION

## SMACH

### Simulation Multi-Agent des Comportements Humains

- ▶ simulation de l'activité humaine
- ▶ mettre en relation activité et consommation



# SMACH

The image displays the SMACH software interface, which is used for modeling and simulating multi-level models. The interface is divided into several panels and windows:

- 1. Modelling:** This stage is shown in the foreground, featuring a "Rythme" (Rhythm) configuration window. It allows users to define the period (e.g., "jour" for day), frequency (e.g., "4"), and variability (e.g., "sauf" for except) of activities. A list of months and days is provided for selection, along with a "Force" field.
- 2. Simulation:** This stage is shown in the background, displaying a Gantt chart or activity schedule. The chart is color-coded by activity, and the simulation progress is indicated by a "Simulation" button and a "MODE EDITION" label.
- 3. Analysis:** This stage is shown in the foreground, displaying a detailed view of the simulation results. It includes a Gantt chart with a legend and a table of results, such as "Crono-traitement" and "Crono-traitement" data.

# OBJECTIF DE LA THÈSE

Passage à plus grande échelle  
selon 3 axes :

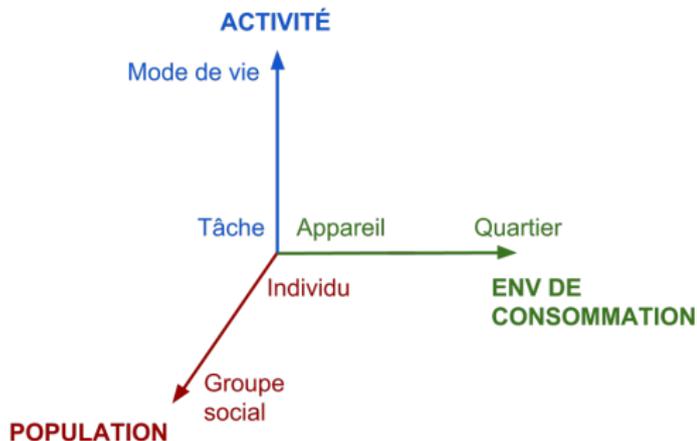
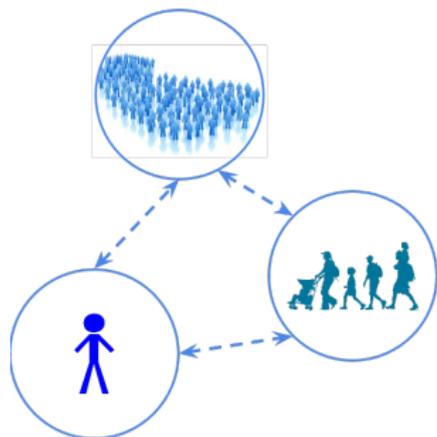
1. permettre des simulations sur le long terme
2. tenir compte de la diversité des populations
3. enrichir l'environnement en diversité et en complexité



Utiliser un modèle multi-agent multi-niveau

# UN SMA MULTI-NIVEAU

Des agents de différents niveaux d'abstraction dans un même système.



# TRAVAUX EXISTANTS

Le multi-niveau dans la littérature :

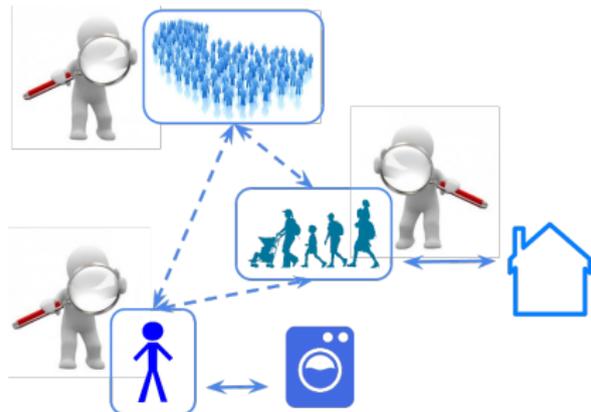
- ▶ **souvent dépendants d'un domaine spécifique**  
[Servat et al., 1998, Tranouez, 2005]
- ▶ **multi-niveau comme moyen d'accélérer les simulations**  
[Navarro et al., 2011]
- ▶ **agrégation d'agents → niveau micro asservi**  
[Minar et al., 1996, Gil-Quijano et al., 2007]
- ▶ **multi-modélisation**  
[Siebert et al., 2010, Nguyen et al., 2011]

Besoin d'un modèle pour les études énergétiques permettant de **lier les connaissances métiers** en respectant **l'autonomie des niveaux micro**.

# ASSEMBLER LES CONNAISSANCES MÉTIERS

Insérer des concepts macro dans le SMA :

- ▶ établir des influences entre agents de différents niveaux
- ▶ représenter des actions et des interactions aux niveaux micro et macro



Représenter les influences explicitement pour mieux les étudier

# MODÈLE SIMLAB

## SIMLAB

### SIMLAB Is **M**ulti-**L**evel **A**gent-**B**ased

Toutes les entités du système sont des agents disposant :

- ▶ de **propriétés** et d'**interactions**
- ▶ de **super** et de **sous-agents** ayant des **influences**
- ▶ de **transformations** sur leur organisation et d'**observations** pour les déclencher

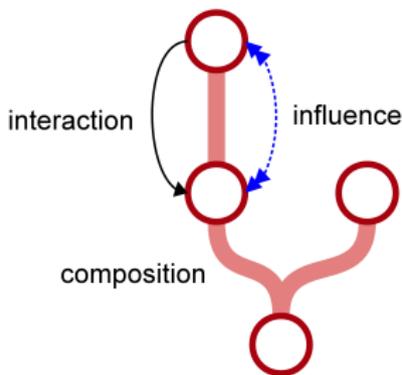
Deux types de niveaux macro :

**experts** déjà instanciés dans la simulation (groupe social, mode de vie, ...)

**émergents** existent mais pas instanciés (groupe éphémère, habitude, ...)

# AXE DE MODÉLISATION

Un axe de modélisation pour la consistance entre les niveaux



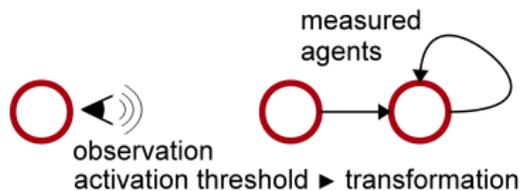
Un ensemble d'agents  
avec :

- ▶ relation inter-niveau
- ▶ propriétés partagées

Encourager la réflexion sur ce qui est commun à tous les niveaux d'un axe

# OBSERVATIONS & TRANSFORMATIONS

Un mécanisme pour détecter et réifier dynamiquement les entités macroscopiques

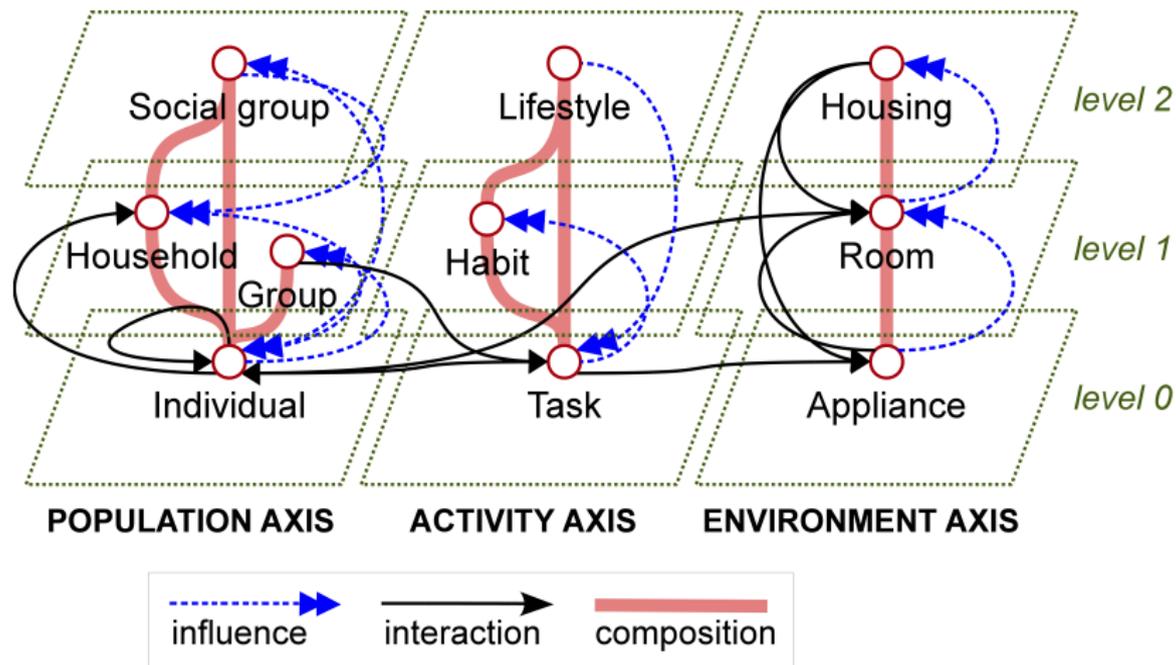


5 transformations :

- ▶ create
- ▶ join
- ▶ merge
- ▶ leave
- ▶ delete

Chaque agent peut être associé avec une ou plusieurs observations

# SIMULER L'ACTIVITÉ HUMAINE



# DEUX EXPÉRIMENTATIONS

## EXP1 - Émergence de pics de consommation

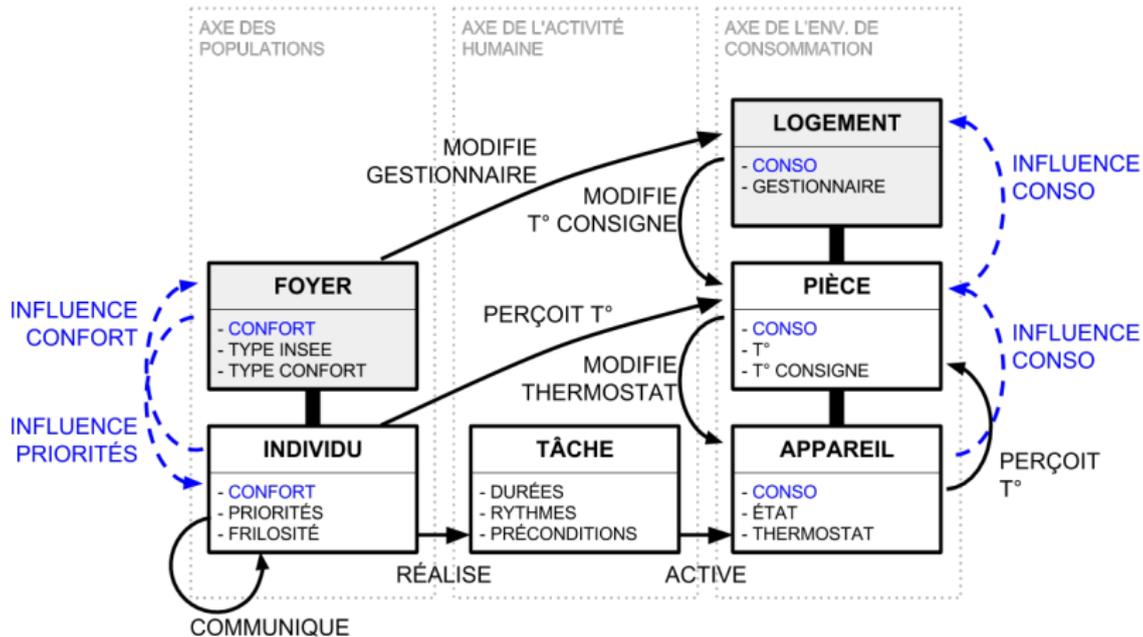
- ▶ montrer que la représentation explicite des connaissances macro permet d'aider les experts
- ▶ reproduire des phénomènes micro et macro intéressants

## EXP2 - Extraction de motifs d'activités

- ▶ illustrer l'utilisation des observations dans le modèle SIMLAB
- ▶ montrer que le modèle a la capacité de rendre visible pour l'expert des entités macro

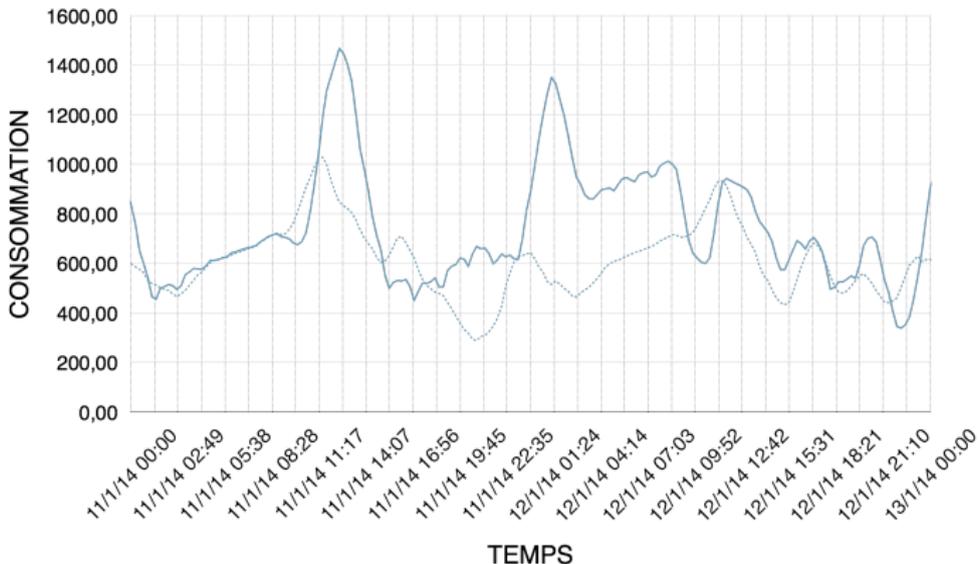
# EXP1 : ÉMERGENCE DE PICS DE CONSOMMATION

## Étude de l'ajout des agents foyer et logement dans SMACH



# EXP1 : ÉMERGENCE DE PICS DE CONSOMMATION

Consommations avec et sans interaction foyer-logement :



- ▶ consommation moins régulière
- ▶ dans certaines situations : importants pics de conso

## EXP2 : EXTRACTION DE MOTIFS D'ACTIVITÉS

**Observation** : mesure de la probabilité de transition entre les tâches

<i>préparer repas - utiliser ordinateur</i>
<i>préparer repas - utiliser ordinateur - regarder TV - manger</i>
<i>utiliser ordinateur - regarder TV</i>
<i>faire devoirs - manger - regarder TV</i>

TABLE: Exemples d'habitudes réifiées

- ▶ faire ressortir des motifs d'activités (habitudes) à partir des activités micro
- ▶ détecter de trop grandes régularités dans les comportements

# CONCLUSION

**SIMLAB** : un modèle multi-agent multi-niveau

- ▶ **co-existence des niveaux** pendant la simulation
- ▶ définition explicite d'un **axe de modélisation**
- ▶ **influences** pour représenter les relations inter-niveaux
- ▶ **observations et transformations**

## Perspectives

- ▶ compléter la définition d'un axe de modélisation
- ▶ réaliser un guide de modélisation avec SIMLAB pour la simulation des systèmes complexes

## Évaluation :

- ▶ étude de sensibilité aux paramètres
- ▶ simulations participatives
- ▶ comparaison à des données réelles qualitatives et quantitatives (démonstrateur OPCO)

# RÉFÉRENCES I



Gil-Quijano, J., Piron, M., and Drogoul, A. (2007).  
*Mechanisms of automated formation and evolution of social-groups : A multi-agent system to model the intra-urban mobilities of Bogota city.*  
Idea Group Inc.



Minar, N., Burkhart, R., Langton, C., and Askenazi, M. (1996).  
The swarm simulation system : a toolkit for building multi-agent simulations.  
*GEMAS Studies in Social Analysis*, Working Paper 96-06-042.



Navarro, L., Flacher, F., and Corruble, V. (2011).  
Dynamic level of detail for large scale agent-based urban simulations.  
*Proc. of 10th Int. Conf. on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS 2011)*, pages 701–708.



Nguyen, T. N. A., Zucker, J.-D., Du, N. H., Drogoul, A., and Vo, D.-A. (2011).  
An hybrid equation-based and agent-based modeling of crowd evacuation on road network.  
*International Conference on Complex Systems.*



Servat, D., Perrier, E., Treuil, J.-P., and Drogoul, A. (1998).  
When agents emerge from agents : Introducing multi-scale viewpoints in multi-agent simulations.  
*LNCS, 1534* :183–198.

# RÉFÉRENCES II



Siebert, J., Ciarletta, L., and Chevrier, V. (2010).

Agents and artefacts for multiple models co-evolution : building complex system simulation as a set of interacting models.

In *Proceedings of the 9th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems : volume 1-Volume 1*, pages 509–516. International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems.



Tranouez, P. (2005).

*Contribution à la modélisation et à la prise en compte informatique de niveaux de description multiples.*

PhD thesis, Université du Havre.