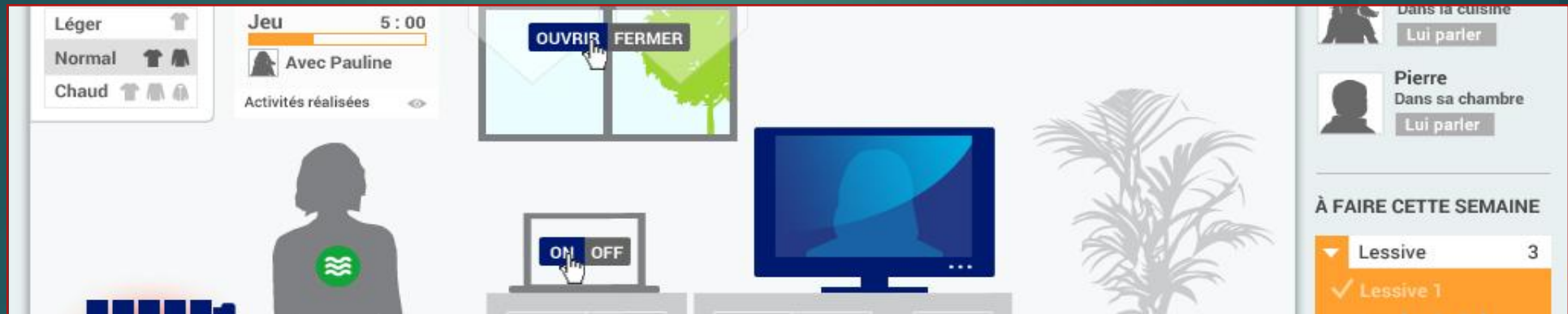


Simuler l'activité humaine en combinant un SMA avec des approches statistiques basées sur les « enquêtes emploi du temps »



Q. Reynaud, F. Sempé, Y. Haradji & N. Sabouret

JFSMA 2017

Plan

- ▶ **Contexte / Problématique**

- ▶ **Notre modèle**

- ▶ Principe général
- ▶ Modèle d'activité
- ▶ Calibration du modèle d'activité
- ▶ Emplois du temps de routine

- ▶ **Expérimentations**

- ▶ Expérimentations macroscopiques
- ▶ Expérimentations microscopiques

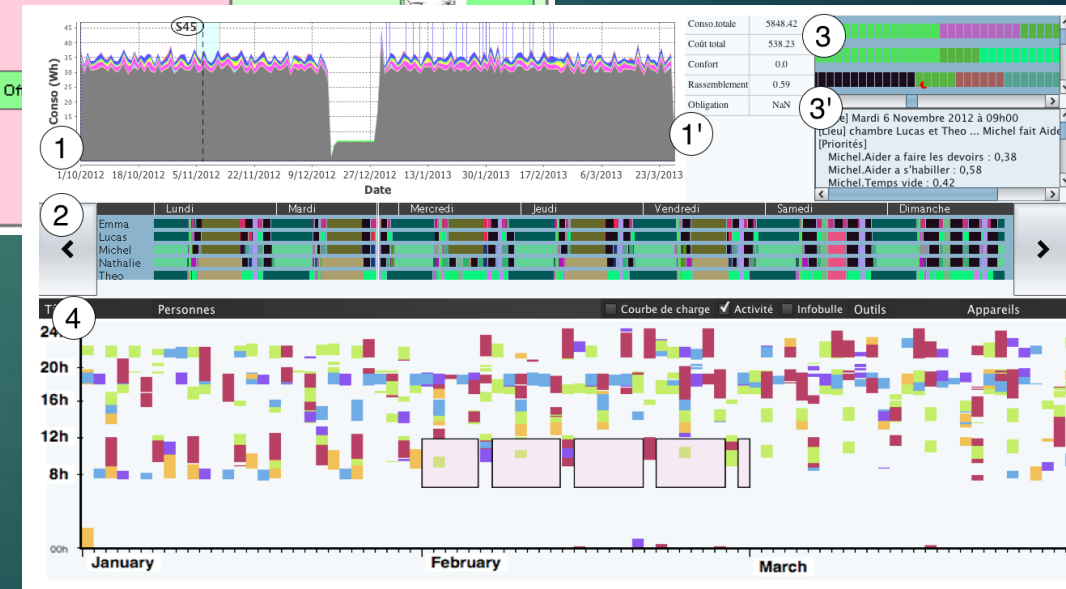
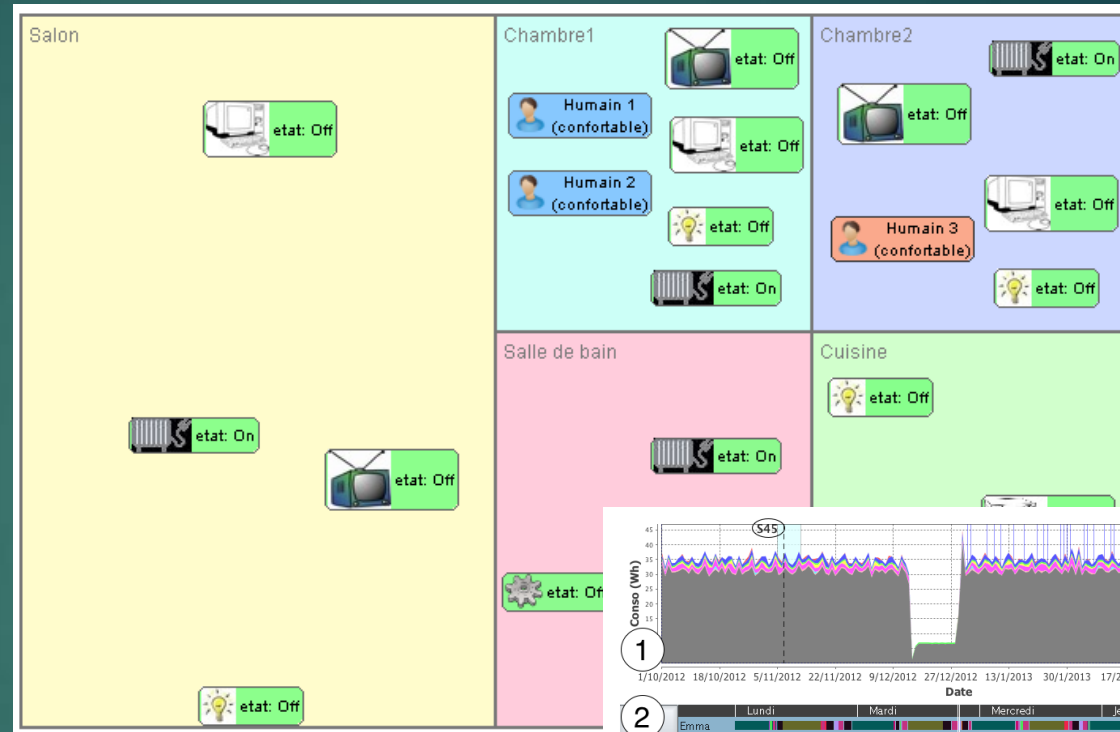
- ▶ **Simulation Multi-Agent : formidable outil pour la simulation d'activités humaines**
- ▶ **3 grands types d'approches :**
 - ▶ **Approches scriptés** (systèmes de formation, ex. Ulicny & Thalmann 01)
 - ▶ **Approches autonomes** (ex. JFSMA)
 - ▶ **Approche hybrides** (=scénarios d'activités + comportements autonomes, ex. Barot, Lourdeaux et al., 2013)
- ▶ **Cadre applicatif : simulation de consommation électrique**
(projet SMACH: EDF, UPMC, IRD, CNRS)
 - ▶ **Besoin de respecter des comportements typiques**
 - ▶ **Besoin de simuler des humains réactifs et adaptatifs**
 - ▶ **Besoin d'être capable de passer à l'échelle : simuler des populations**

SMACH : Modèle d'agent

4

JFSMA 2017

- ▶ Agents situés
 - ▶ Logement
 - ▶ Ménage
 - ▶ Appareils électriques
- ▶ Connaissances
 - ▶ Environnement
 - ▶ Autres agents
- ▶ Préférences
- ▶ **Objectifs** : Liste d'activités (emploi du temps)



É. Amouroux, T. Huraux, F. Sempé, N. Sabouret, and Y. Haradji,

“SMACH: Agent-Based Simulation Investigation on Human Activities and Household Electrical Consumption”, 2014

Problématique

- ▶ Comment définir les scénarios d'activités ?
= *paramétrer le SMA*
- ▶ **Proposition 1 : utiliser des simulations participatives** (Huraux et al. 2014)
- ▶ **Problème : impossible de passer à l'échelle**
- ▶ **Proposition 2 : utiliser des études statistiques**
- ▶ Notre travail vise à utiliser des études statistiques pour calibrer les scénarios d'activités d'un SMA hybride

Les enquêtes « emploi du temps »

6

JFSMA 2017

- ▶ 60 enquêtes dans plus de 30 pays (« *Time Use Surveys* »)
- ▶ Objectif : collecter des données sur la façon dont les individus organisent leur temps
- ▶ France: enquête réalisée par l'INSEE (la dernière date de 2009/2010 pour la France métropolitaine)
 - ▶ 12000 ménages, 18500 personnes, 27000 carnets
 - ▶ Un carnet = 27h (21h - minuit le lendemain), pas de temps = 10 min
 - ▶ 144 activités recensées
- ▶ Utilisées dans le domaine des statistiques → analyse et prédiction de l'activité

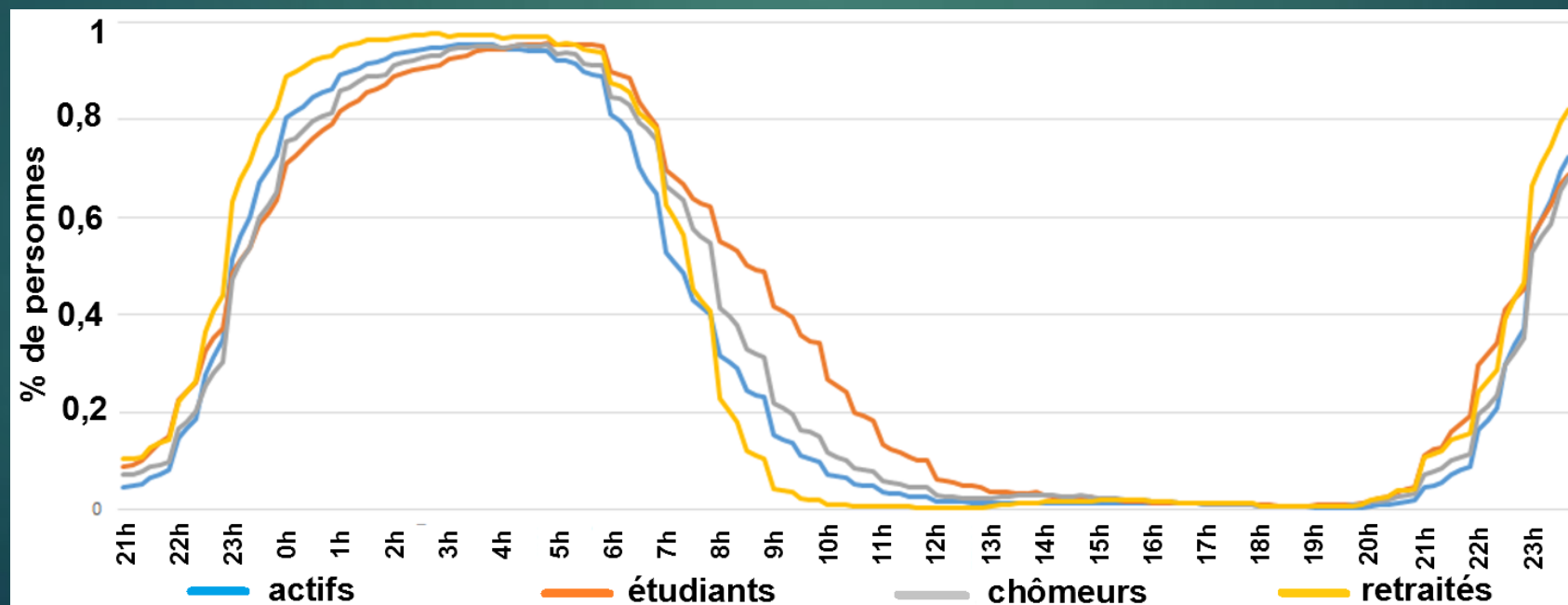
Mais alors, pourquoi a-t-on besoin de SMA?

Limites des enquêtes statistiques

7

JFSMA 2017

- ▶ L'agrégation des données écrase une partie de l'information (nombre de répétitions, interruptions, etc.)
- ▶ Manque de visibilité de la variabilité individuelle des comportements
- ▶ Pas d'activités sur des fenêtres temporelles > 1 journée
- ▶ Pas de comportements collaboratifs/adaptatifs



Notre proposition

- ▶ Se baser sur un SMA préexistant : SMACH (Simulation Multi-Agent du Comportement Humain)
- ▶ Utiliser les données d'une enquête emploi du temps pour calibrer le modèle d'activité
- ▶ Garder le processus de sélection de l'action du SMA afin de garder des agents réactifs et adaptatifs
- ▶ Ajouter un mécanisme de génération de la variabilité des comportements sur de longues plages temporelles

Plan

- ▶ Contexte / Problématique

- ▶ **Notre modèle**

- ▶ Principe général
- ▶ Modèle d'activité
- ▶ Calibration du modèle d'activité
- ▶ Emplois du temps de routine

- ▶ **Expérimentations**

- ▶ Expérimentations macroscopiques
- ▶ Expérimentations microscopiques

Schéma de principe

10

JFSMA 2017

► SMA hybride

► Activités prescrites de haut-niveau (modèle d'activité)

► Calibrées à partir de données statistiques (TUS)

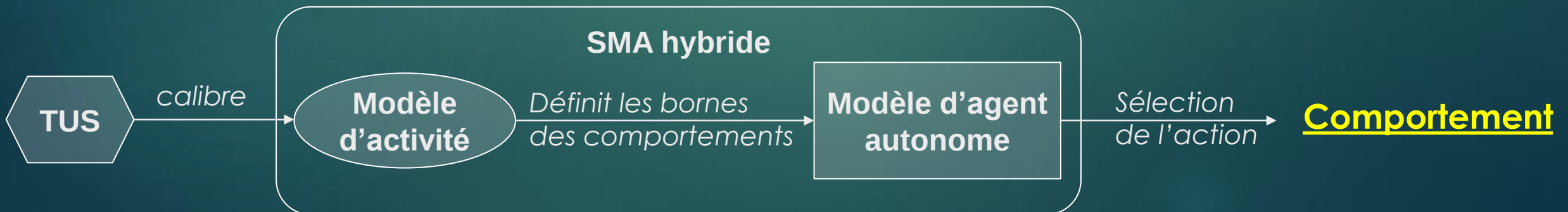
► Activités realistes à un niveau macrocopique (population)

► Modèle d'agent

► Capable de générer des activités individuelles realistes et des comportements collaboratifs (validé à l'aide de simulations participatives et d'entretiens : Amouroux et al., 2014, 2015)

► Mécanisme de selection de l'action de bas-niveau basé sur des niveaux de priorités dynamiques

► Comportements réactifs/adaptatifs



Le modèle d'activités

11

JFSMA 2017

- ▶ Les activités *SMACH* sont dotées des paramètres suivants :
 - ▶ **Durée**. Chaque activité est définie par une durée minimum et une durée maximum.
 - ▶ **Rythme**. A chaque activité est attribué un nombre de répétitions par jour ou par semaine.
 - ▶ **Période préférentielle (PP)**. A chaque activité est associée une période préférentielle (notée PP) indiquant les périodes de la journée (ou de la semaine) qui sont préférées pour la réalisation de l'activité.
 - ▶ **Niveau de collectivité**. Ce niveau indique si l'activité est réalisée en solitaire ou en groupe. Exemple : « dîner » est une activité collective alors que « se laver les dents » ne l'est pas.
- ▶ Les paramètres de chaque activité sont calibrés grâce aux données TUS.

Exemple d'emploi du temps produit par SMACH

12

JFSMA 2017

Sommeil

Rythme: 1/j

Durée min : 6h / max : 8h

PP: 11PM => 8AM

Douche

Rythme: 1/j

Durée min : 10 min / max : 30 min

PP: 7AM => 9AM

Petit déjeuner

Rythme: 1/j

Durée min : 15 min / max : 30min

PP: 7AM => 10AM

Travail

Rythme : 1/j

Durée min : 9h / max : 10h

PP : 8AM => 7PM

TV

Rythme : 2/j

Durée min : 1h / max : 3h

PP: 4PM => minuit

Cuisiner diner

Rythme : 1/j

Durée min : 20min / max : 1h

PP: 6.30PM => 8PM

Diner

Rythme: 1/j

Durée min : 30 min / max : 1h

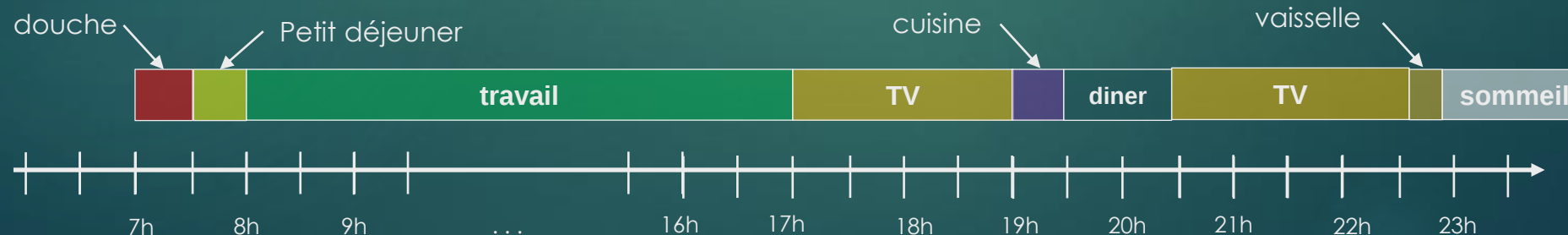
PP: 7PM => 20.30PM

Faire la vaisselle

Rythme : 1/j

Durée min : 5min / max : 20min

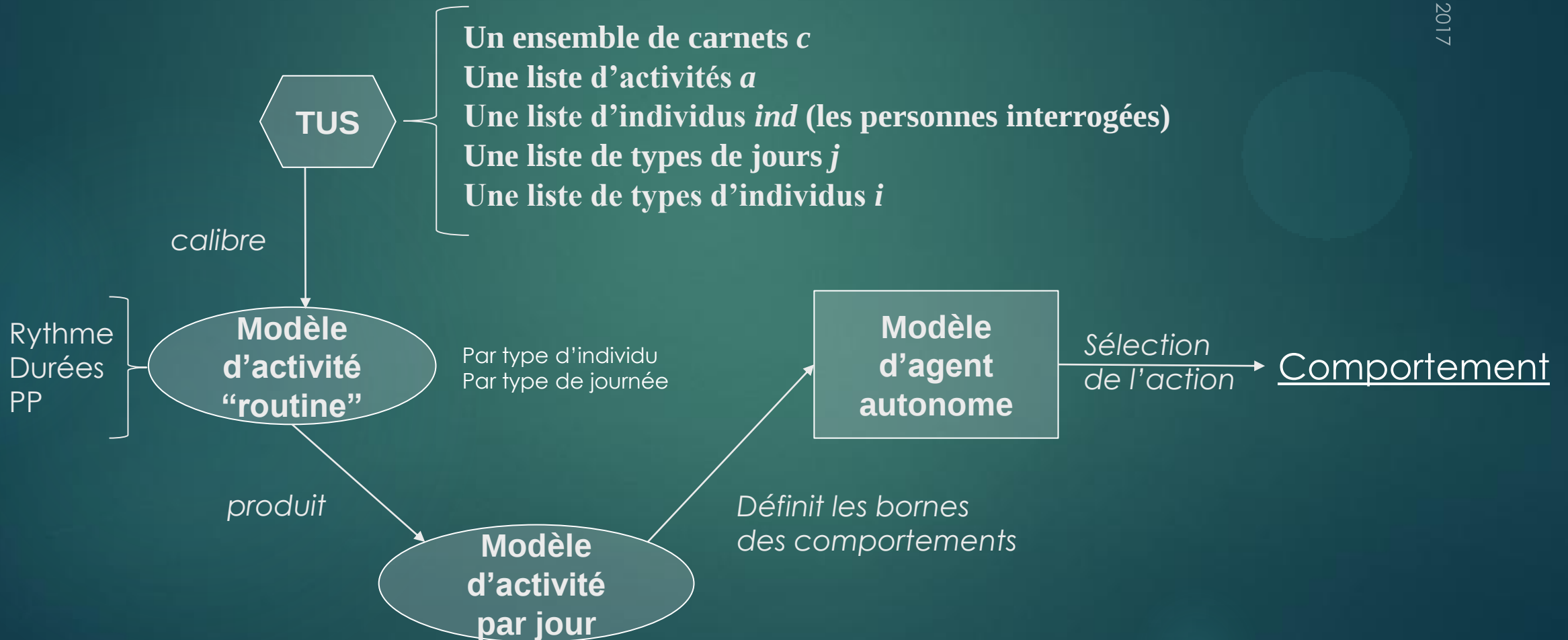
PP: 9PM => 9.30PM



Formalisation des données TUS

13

JFSMA 2017



Calibration du modèle d'activité

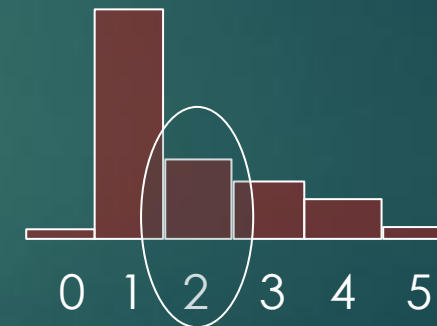
14

JFSMA 2017

$N(a, c)$	Nombre d'instances de l'activité a , dans le carnet c
$P_N(a, i, j)$	Distribution de probabilité de $N(a, c)$ pour tous les carnets c liés à des individus de type i et des jours de type j
$D_N(a, i, j)$	Couples (heure de début, heure de fin) de chaque instance de $P_N(a, i, j)$

► Calibration des paramètres du modèle :

- Rythme
- Durée minimum/maximum
- Période préférentielle
- Niveau de collectivité ... initialisé manuellement



Exemple : activité "sommeil"

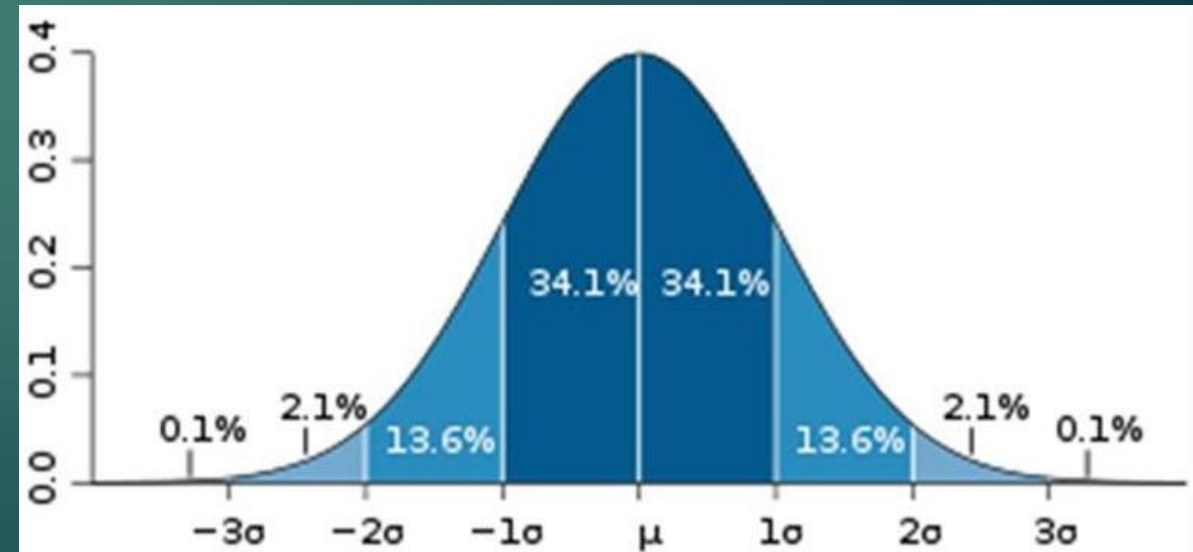
Pour les individus de type T_I , pour les jours de type T_J , pour ceux qui ont fait N fois l'activité sur ce jour

Emplois du temps « de routine »

15

JFSMA 2017

- ▶ Hypothèse : « les activités humaines les plus atypiques à un niveau macroscopique doivent être des activités inhabituelles à un niveau individuel (c'est-à-dire qu'elles ne peuvent pas être des activités de routine d'un individu). »
- ▶ Si la durée d'une activité $\in$ [moyenne-écart-type;moyenne+écart-type] alors c'est une activité habituelle, sinon elle est inhabituelle
- ▶ 68.2% des activités sont habituelles
- ▶ L'emploi du temps de routine ne contient que les activités habituelles d'un seul individu (**unicité**)
- ▶ Il peut être répété plusieurs jours

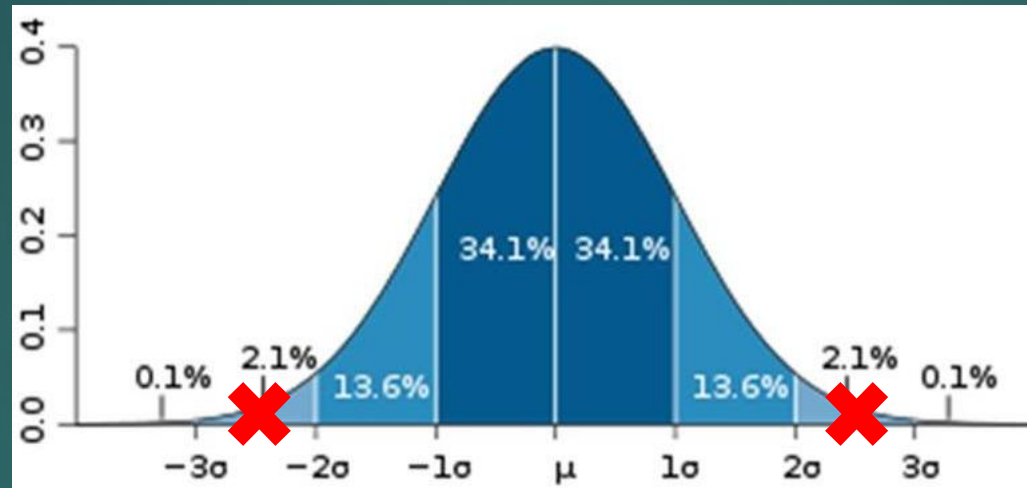


Emplois du temps réels

16

JFSMA 2017

► Réintroduction de la variabilité



- Chaque activité d'un emploi du temps de routine a une probabilité 31,8% d'être transformée en activité inhabituelle
- On respecte donc bien la distribution probabilistique des durées, tout en ayant ajouté de l'information : les activités de routine

Plan

17

JFSMA 2017

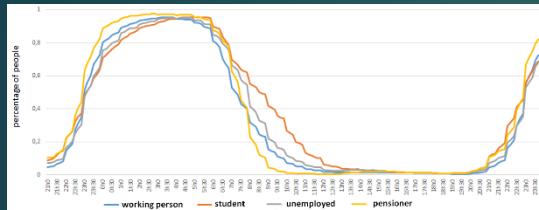
- ▶ Contexte / Problématique
- ▶ Notre modèle
 - ▶ Principe général
 - ▶ Modèle d'activité
 - ▶ Calibration du modèle d'activité
 - ▶ Emplois du temps de routine
- ▶ **Expérimentations**
 - ▶ Expérimentations macroscopiques
 - ▶ Expérimentations microscopiques

Expérimentations macroscopiques

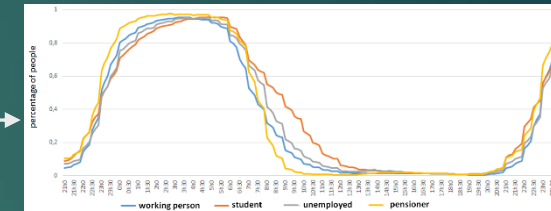
18

JFSMA 2017

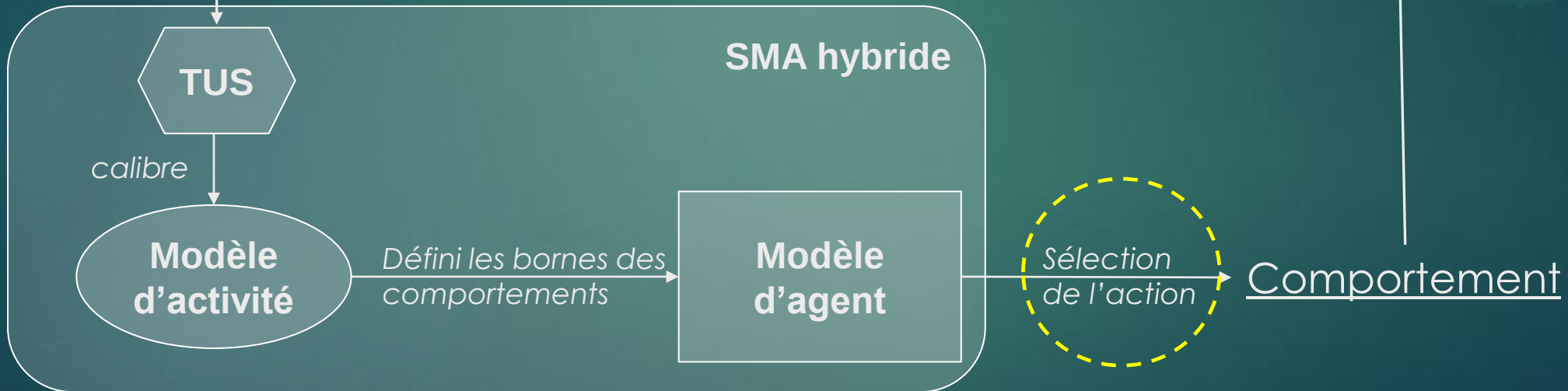
Activités observées



Activités simulées



Validation macro ?



Résultats macroscopiques

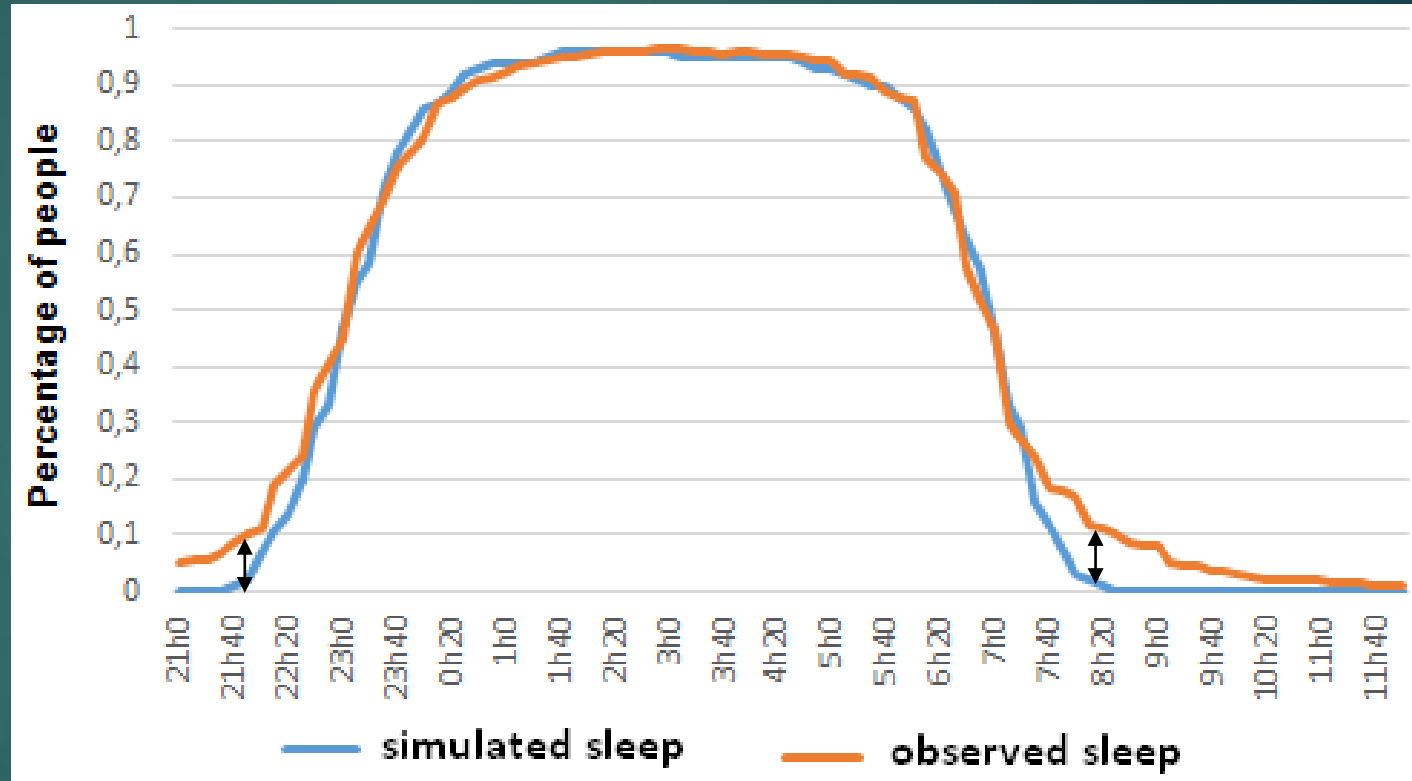
19

Activité : sommeil

Type d'individu : "Homme actif entre 40 et 50 ans"

Type de journée : "jour de travail"

100 simulations



JFSMA 2017

Gap vertical le matin et le soir : dû aux 5% des activités les moins représentées que nous ne simulons pas (manque de représentativité statistique)

Résultats macroscopiques

Activité : cuisine

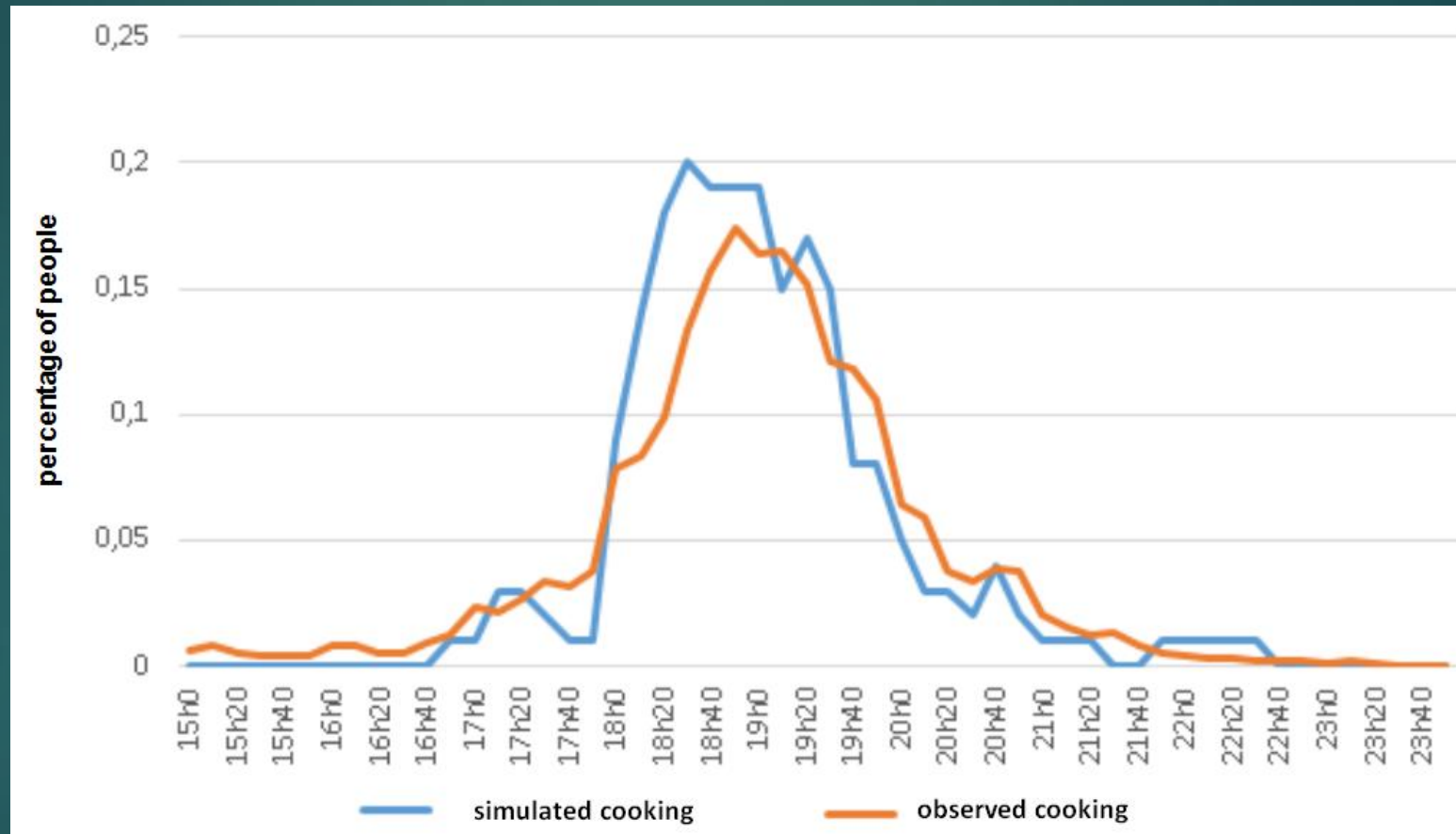
Type d'individu : "Homme actif entre 40 et 50 ans"

Type de journée : "jour de travail"

100 simulations

20

JFSMA 2017



Limite de SMACH : pas d'activités en parallèle
→ non-continuité

Résultats macroscopiques

Activité : cuisine

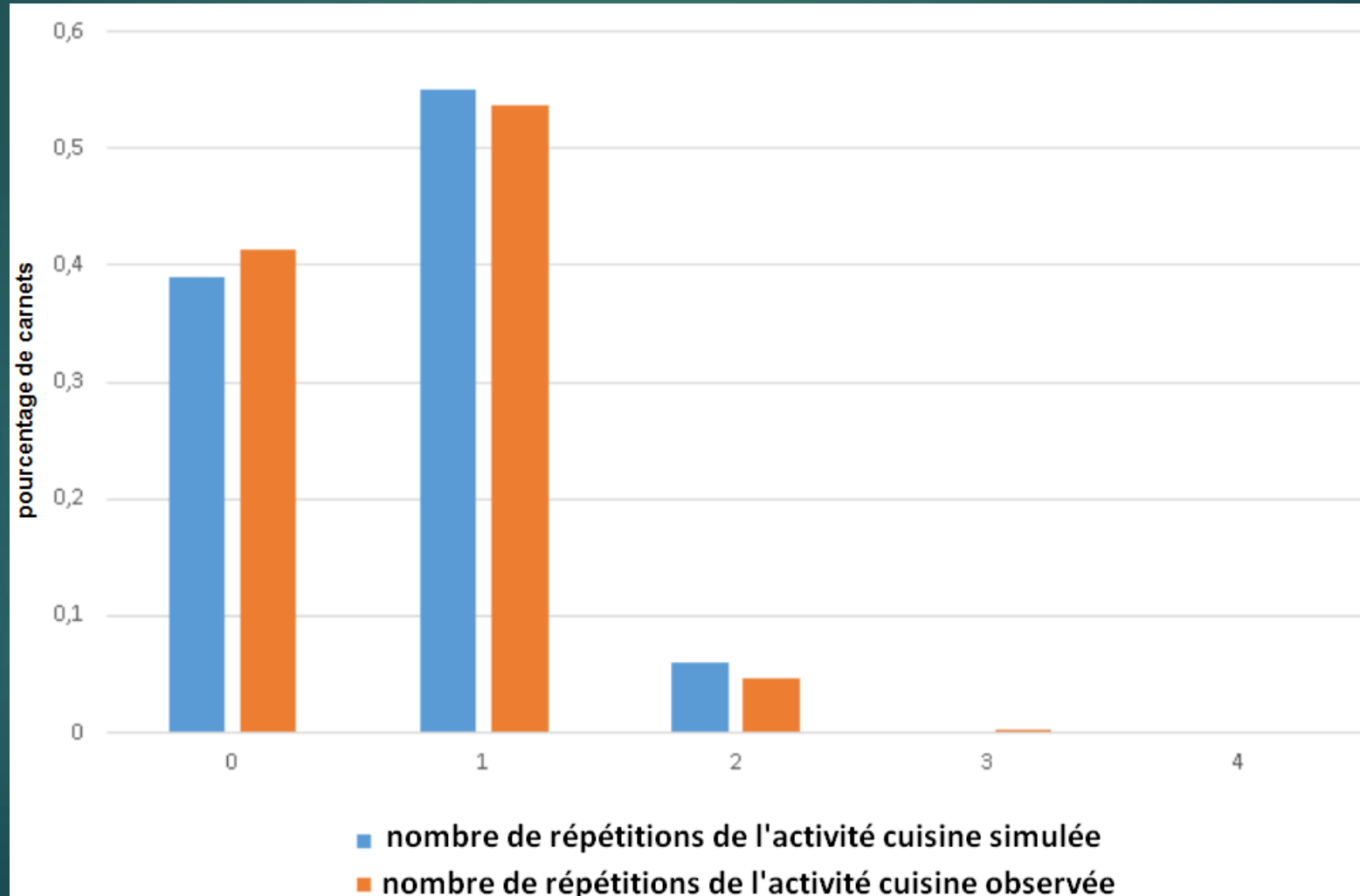
Type d'individu : "Homme actif entre 40 et 50 ans"

Type de jour : "jour de travail"

100 simulations

21

JFSMA 2017



Résultats macroscopiques

Activité : ménage

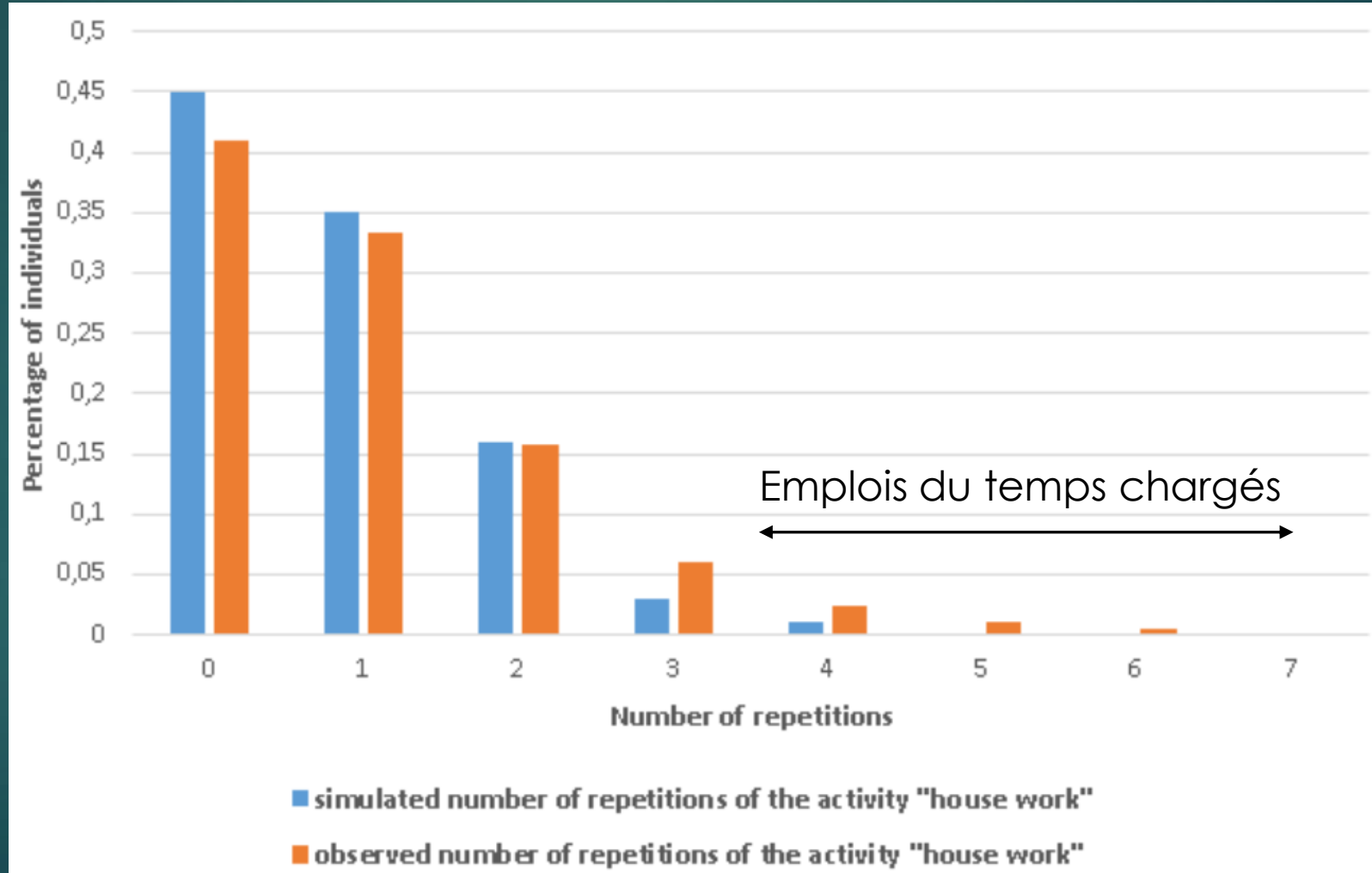
Type d'individu : "Homme actif entre 40 et 50 ans"

Type de jour : "jour de travail"

100 simulations

22

JFSMA 2017

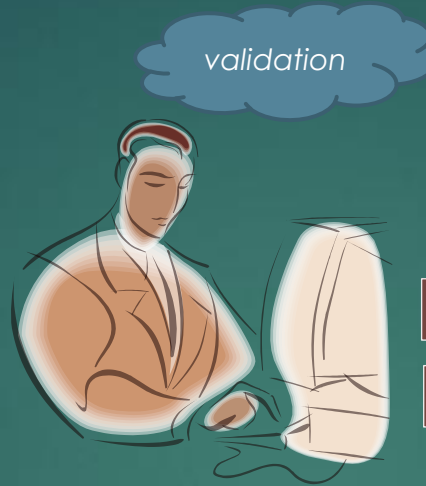
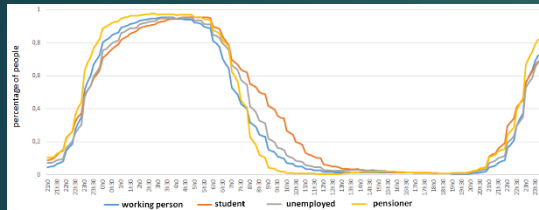


2% d'erreur...

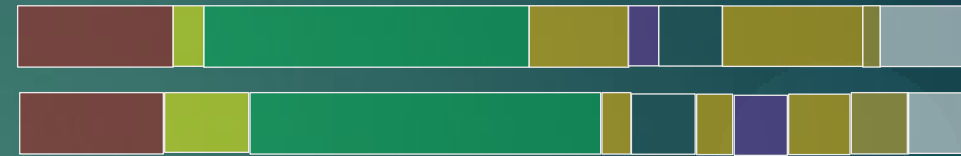
Expérimentations microscopiques

23

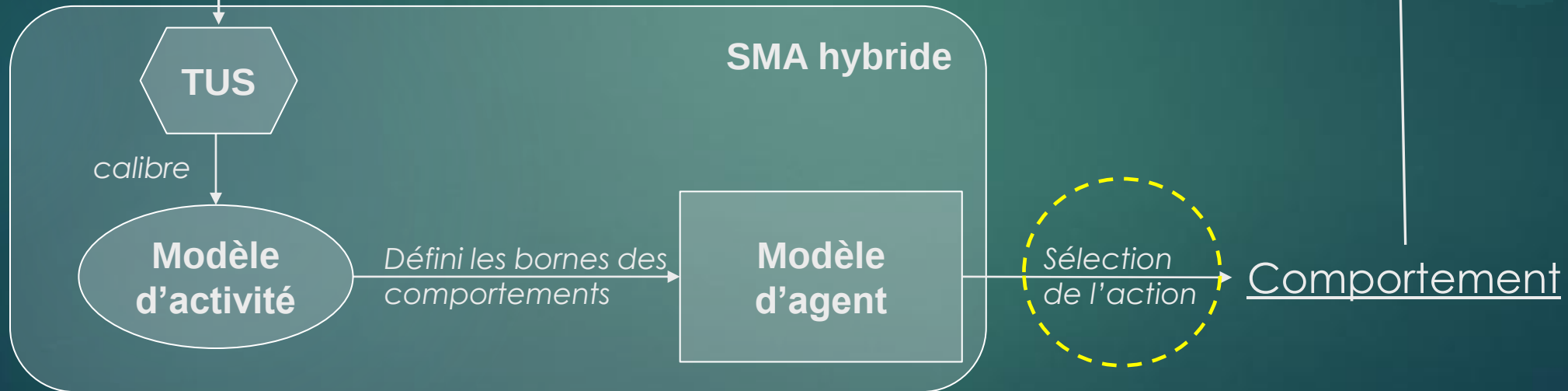
Activités observées



Activités simulées



JFSMA 2017



Résultats microscopiques

24

JFSMA 2017

Sommeil

Rythme: 1/j

Durée min : 6h / max : 8h

PP: 11PM => 8AM

Douche

Rythme: 1/j

Durée min : 10 min / max : 30 min

PP: 7AM => 9AM

Petit déjeuner

Rythme: 1/j

Durée min : 15 min / max : 30min

PP: 7AM => 10AM

Travail

Rythme : 1/j

Durée min : 9h / max : 10h

PP : 8AM => 7PM

TV

Rythme : 2/j

Durée min : 1h / max : 3h

PP: 4PM => minuit

Cuisiner diner

Rythme : 1/j

Durée min : 20min / max : 1h

PP: 6.30PM => 8PM

Diner

Rythme: 1/j

Durée min : 30 min / max : 1h

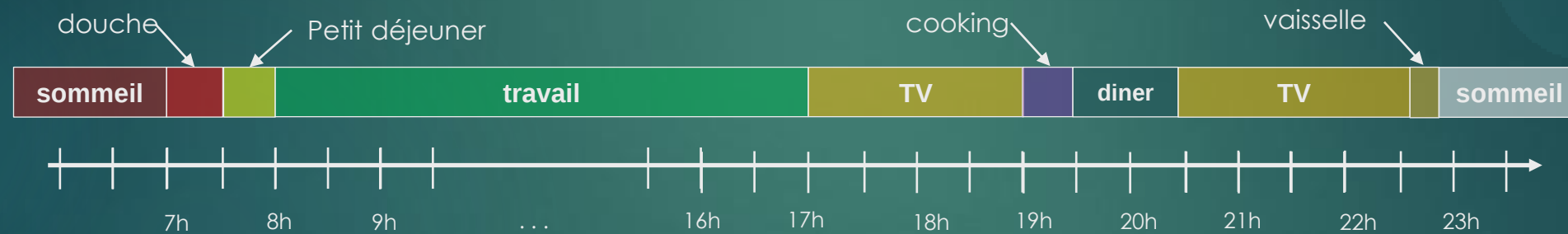
PP: 7PM => 20.30PM

Faire la vaisselle

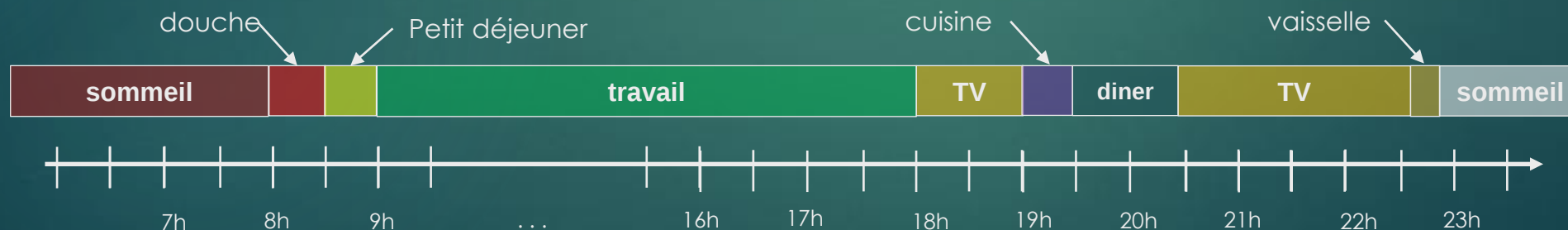
Rythme : 1/j

Durée min : 5min / max : 20min

PP: 9PM => 9.30PM



Simulation
sans indicent



Panne de réveil



Conclusion

25

JFSMA 2017

- ▶ Les TUS sont un formidable outil pour paramétrer nos SMA !
 - ▶ Domaine de la simulation de l'activité des ménages
 - ▶ Méthode généralisable à d'autres domaines
 - ▶ Réalisme microscopique et macroscopique, longues périodes temporelles
- ▶ Systèmes Multi-Agents hybrides
 - ▶ Activités prescrites de haut niveau
 - ▶ Modèle d'agents autonomes (mécanisme de selection de l'action de bas niveau)
- ▶ Perspectives: validation microscopiques
 - ▶ Clustering entre activités simulées et activités observées

K. Darty, J. Saunier, and N. Sabouret, "Behavior Clustering and Explication for the Study of Agents' Credibility: Application to a Virtual Driver Simulation", 2014.