

# Des BEPOS et Ecosystèmes Énergétiques des Smart grids (BEES)

**José Halloy & Ariane Debourdeau**

Laboratoire Interdisciplinaire des Énergies de Demain (LIED), Université Paris Diderot

**Stéphane Metens**

Matières et systèmes complexes, Université Paris Diderot

**Grégoire Wallenborn**

CEDD / IGEAT, Université libre de Bruxelles (ULB)



# Résultats attendus

- Analyse de l'émergence d'habitudes et de structures sociales et spatiales induites par le **partage de l'énergie** au sein de l'**agencement** usagers / bâtiments intelligents / smart grids.
- Méthodologie bio-inspirée pour la **conception d'intelligence distribuée** pour les réseaux de production et partage de l'énergie.
- Sur la base des deux résultats précédents, il s'agira ensuite d'explicitier des **trajectoires possibles** d'évolutions des bâtiments intelligents (et des actants qui en font partie intégrante) et des smart grids, en s'attachant tout particulièrement à **habiliter l'utilisateur-consommateur-citoyen** à prendre une part pleine et entière à la réduction et la maîtrise des consommations énergétiques et, a fortiori, aux enjeux écologiques et climatiques.

# Méthodologie interdisciplinaire

- Une **approche ethnographique** de type « cognition distribuée » effectuée dans différentes configurations pertinentes.
- Épistémologie non réductionniste de type STS, qui s'attache à rendre compte de manière symétrique des formes d'action d'acteurs humains et non-humains.
- Travail interdisciplinaire de **traduction** des données ethnographiques en données utilisables par les **modélisateurs**.
- Modélisation de type **systèmes dynamiques complexes** (déterministe ou stochastique) décrivant l'émergence de « structures » socio-techniques résultant des **interactions locales entre humains et machines**.

# Articulations BEPOS / Smart grids

- Hypothèse: bâtiment intelligent / BEPOS saisi comme:
  - instance de territorialisation des smart grids → site de l'enquête
  - agencement de dispositifs et de pratiques
- Articuler contraintes des systèmes énergétiques, smart devices, contraintes d'usages, habilitation des acteurs vs. délégation

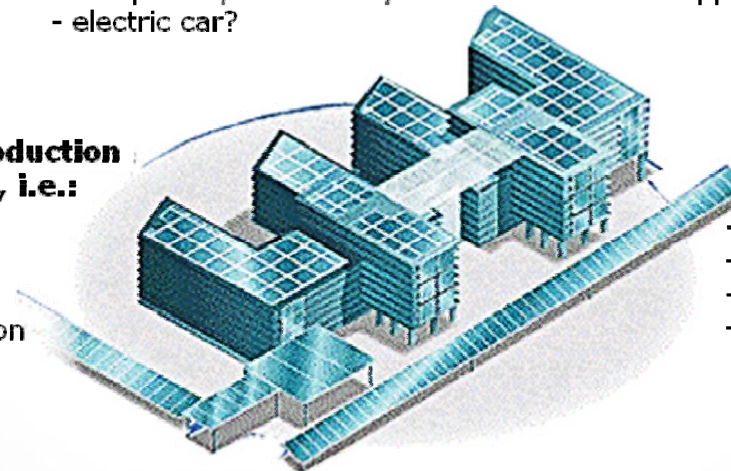
## SMART HOMES AND SMART BUILDINGS AS INTEGRAL PARTS OF SMART GRIDS

### Possible (and progressive) involvement of all appliances

- heating system, hot-water tank, air conditioning
- washing machine, dishwasher, fridge/freezer...
- computers, televisions, and other domestic appliances
- electric car?

### Account for both production and grid constraints, i.e.:

- flash-clearing signals
- dynamic pricing
- dynamic tariffs for buying local production



### Account for objectives and citizen-users needs

- low energy, little CO2
- comfort, affordable price
- transparency, simplicity
- information and habilitation

### Involvement of local production + storage

- photovoltaic and solar thermal
- small wind turbines
- micro-cogeneration
- storage

# Approche socio-anthropologique

- Anthropologie symétrique: **interactions humains-dispositifs ST**; délégations et (ré)appropriations
- Sociologie de l'action et « cognition distribuée » : **formes d'intelligence collective à différentes échelles** (pratiques, ménages, bâtiments, ensemble de bâtiments)
- **Ethnographie des pratiques** (observations, entretiens semi-directifs, éventuellement questionnaires)

**SOUTENONS  
LES DROITS DES  
NON-HUMAINS**



**REJOIGNEZ LA LUTTE POUR L'ÉGALITÉ  
ENTRE HUMAINS ET NON-HUMAINS**  
[www.anti-mnu.org](http://www.anti-mnu.org)

- Quels sont (ou peuvent être) les **résultats et conséquences inattendues à prendre en compte** dans l'agencement des smart grids / bâtiments intelligents / usagers-usages-dispositifs ?
- Comment caractériser et décrire les **modes d'existence relatifs des êtres** – l'utilisateur, le citoyen, le compteur intelligent (et lequel ?), le réseau internet, le frigo, etc.
- Quelles sont les **formes de partage de l'énergie** qui en résultent ? Peut-on en spécifier les/des **variables clés** ?



# Terrains envisagés

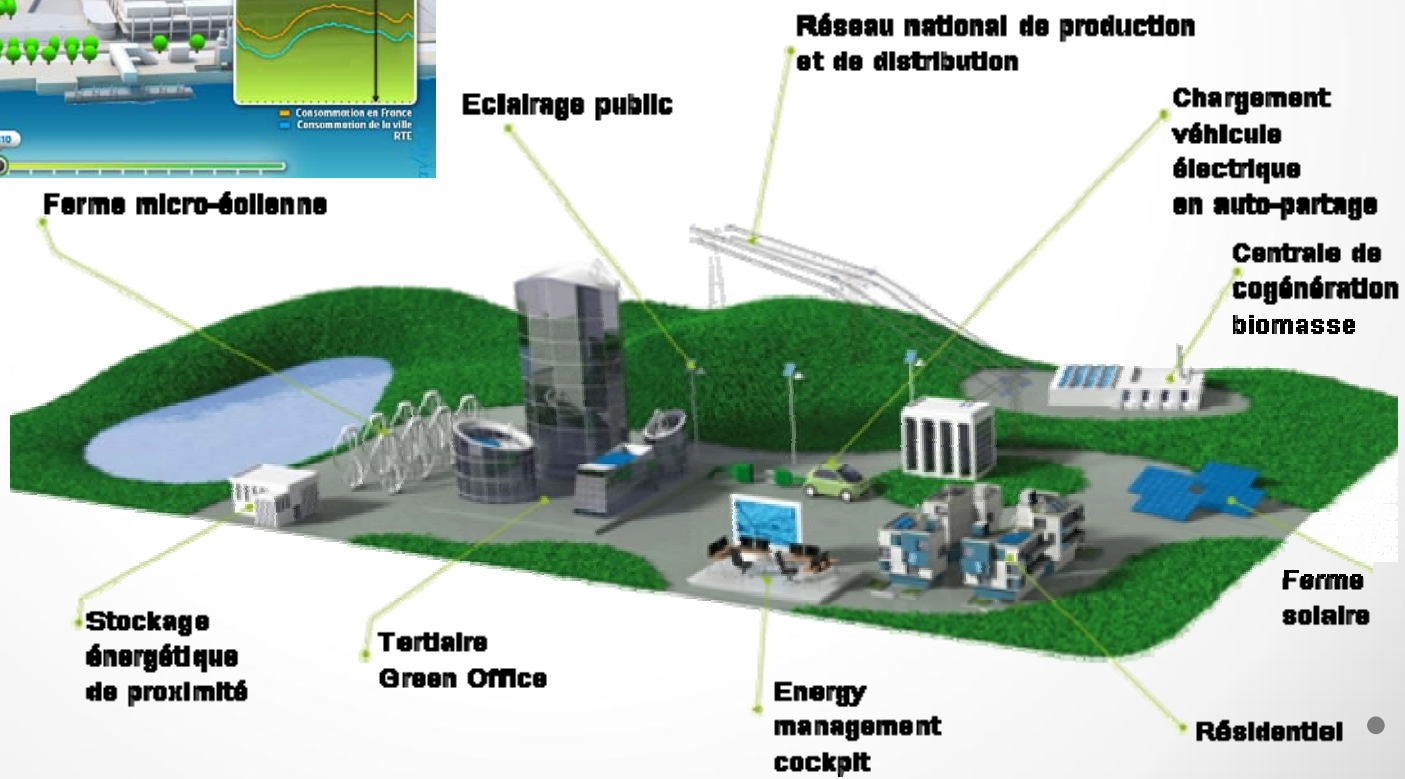


- La communauté de communes du Mené (Bretagne)

- Le quartier Hoche à Nanterre

# ISSYGRID

le 1<sup>er</sup> réseau de quartier intelligent



# Remat rialiser la courbe de charge

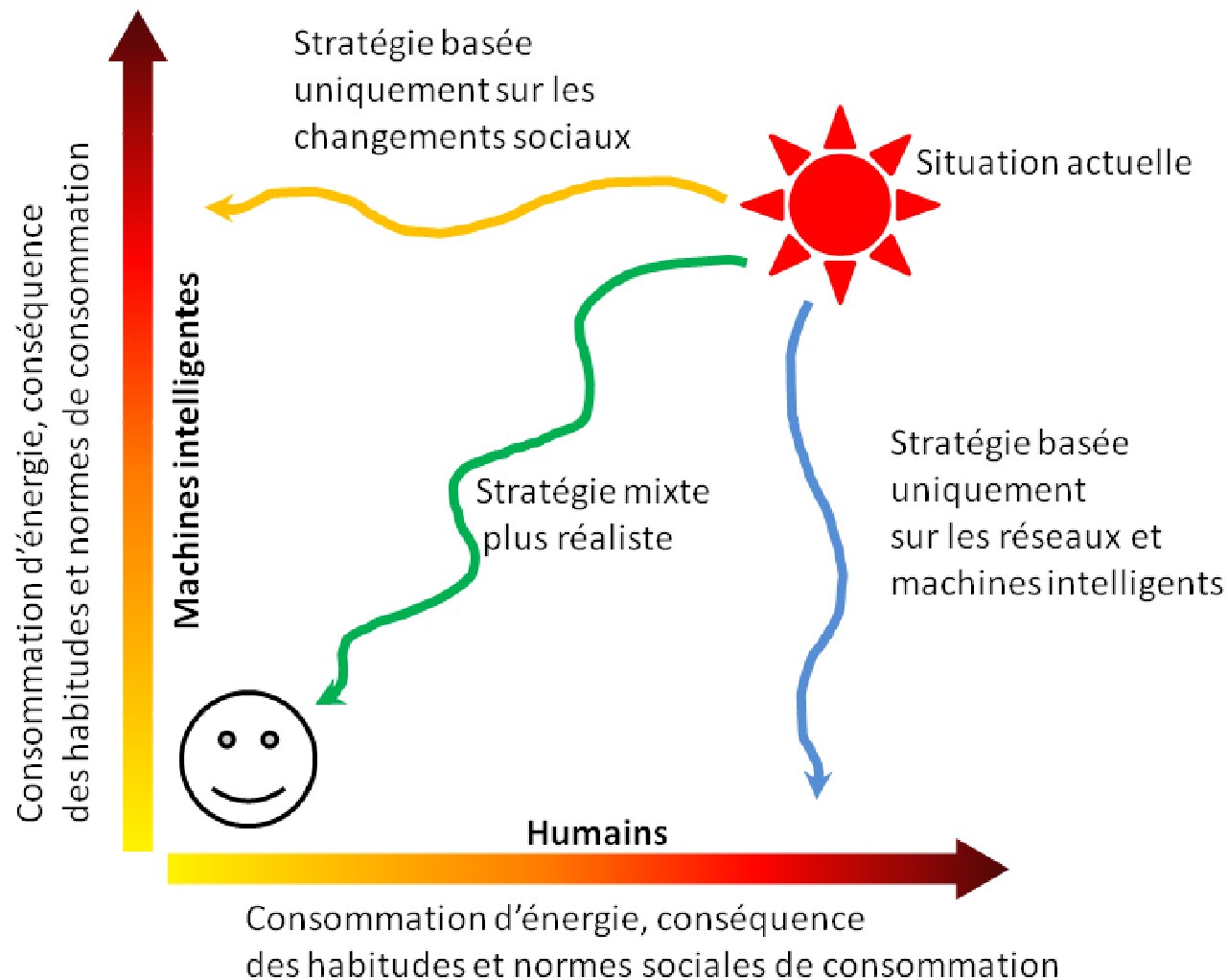
Level	Household	building	Neighbourhood/ district	Energy cluster
<b>Strategy</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- switch off / standby</li> <li>- reduce (thermostat, low energy cycle)</li> <li>- substitute/exchange: (more energy efficient appliance)</li> <li>- replace/change (buy a more efficient appliance)</li> <li>- postpone (differ the time of use)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- insulation</li> <li>- shared spaces and equipment (including production)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- environment that encourages to share and respect it</li> <li>- neighbourhood ready to social experiments</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- energy/economic resources</li> <li>- energetic autonomy</li> <li>- infrastructure</li> <li>- mobility</li> </ul>

Scales and practices	1. Appliances / equipments (by function) and products	2. Household	3. Building	4. Block (of buildings)	5. Neighbourhood	6. Territory	Imports/Exports
<b>Eating (and drinking!)</b>	Cooling : fridge/deep freezer	Stocker					
	Cooking : several little appliances		Share	Exchange	Exchange		
	Cooking : cooktop / oven						
	Washing-up: - dishwasher - hot water (manual dish-washing)	Postpone					
	Food	Less meat Local Prod°		Vegetable garden (collective or not)	Vegetable garden	AMAP ?	AMAP ?
<b>Heat</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Central heating</li> <li>- Independant heaters / radiators</li> <li>- Regulation aspect: thermostat...</li> <li>- Clothes</li> </ul>	Regulate	Insulation	Share (space & boiler)			
<b>Have a wash</b>	Bath / Shower / Washbasin						
<b>Light</b>	Lamplight and light bulbs						
<b>Wash/dry linen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Washing machine</li> <li>- Washer-dryer</li> <li>- Clothes</li> </ul>	Postpone	Share	Share			
		Postpone	Share	Share			
<b>ICT</b>		Switch off	Share				
<b>Others</b>	Odd jobs tackle, etc.	Share	Share	Share			
<b>air cond.</b>							
<b>Move</b>	Car / Motorcycle	Share	Share	Share	Share	Pub. Transp.	
	Moto	Share	Share	Share	Share	Pub. Transp.	
	Bicycle	Share	Share	Share / Exch.	Share / Exch.	Pub. Transp.	
	�lectric car/vehicle	Share	Share	Share	Share	Pub. Transp.	
<b>Green spaces</b>				Share	Share		
<b>Understand- one's energy consumption</b>	Various possible feedbacks: - monthly itemized bill - real time display		Display C / P	Display C / P or E	Display C / P or E		
<b>Electricity production</b>			PV / Cogen	PV / Cogen	PV / Wind power / Cogen.	Cogeneration?	
<b>Heat production</b>		Individual boiler (gas)	Boiler / ST Cogeneration	Cogeneration	Cogeneration	Cogeneration?	



# Défi de la modélisation

Modéliser des stratégies de changement de consommation  
Interactions sociales entre humains et machines intelligentes



# Le problème des smart grids

## Nécessité d'une méthode multi-niveaux

Consommation d'énergie, conséquence  
des habitudes et normes de consommation



**Machines intelligentes**

- Modélisation de type « **physique statistique** » donne une description quantitative des contraintes physiques.
- Une approche **système dynamique** permet de modéliser l'impact des régulations entre acteurs sur le réseau.
- Une **approche simulation** agents permet de définir sur les mailles du réseaux comment agir intelligemment et permet un premier pas vers une implémentation.

Questions: quels sont les **niveaux**? Quels sont les **agents**?  
Les réponses à ces questions doivent provenir des SHS !

# Stratégie basée sur les machines et les réseaux intelligents

Consommation d'énergie, conséquence  
des habitudes et normes de consommation



**Machines intelligentes**

- Pour le moment les **comportements des machines** sont développés le plus souvent indépendamment des humains.
- Les modèles informatiques développés actuellement sont souvent déconnectés des modèles en SHS ou reposent sur des modèles discutables de type théorie des jeux.

# Stratégie basée sur les changements sociaux

- Modéliser l'émergence **d'habitudes et de normes sociales** humaines.
- Essentiellement deux types d'approches existent:
  - d'une part une approche macroscopique de type « physique statistique »
  - d'autre part une approche basée sur des simulations agents.
- Nous proposons une approche intermédiaire et complémentaire basée sur la même méthodologie que nous avons développée pour modéliser les comportements sociaux animaux.
- Cette méthodologie est basée sur l'étude des interactions locales entre humains et machines et la **présence putatives de rétroactions non linéaires** produisant des amplifications ou des inhibitions.

**Humains**



Consommation d'énergie, conséquence  
des habitudes et normes sociales de consommation



# Stratégie basée sur les changements sociaux

- **Méthodologie de modélisation** : hiérarchisation des interactions et le choix des niveaux de description proviendra des sciences humaines.
- Détermination des **variables pertinentes** par itérations entre SHS et sciences dures.

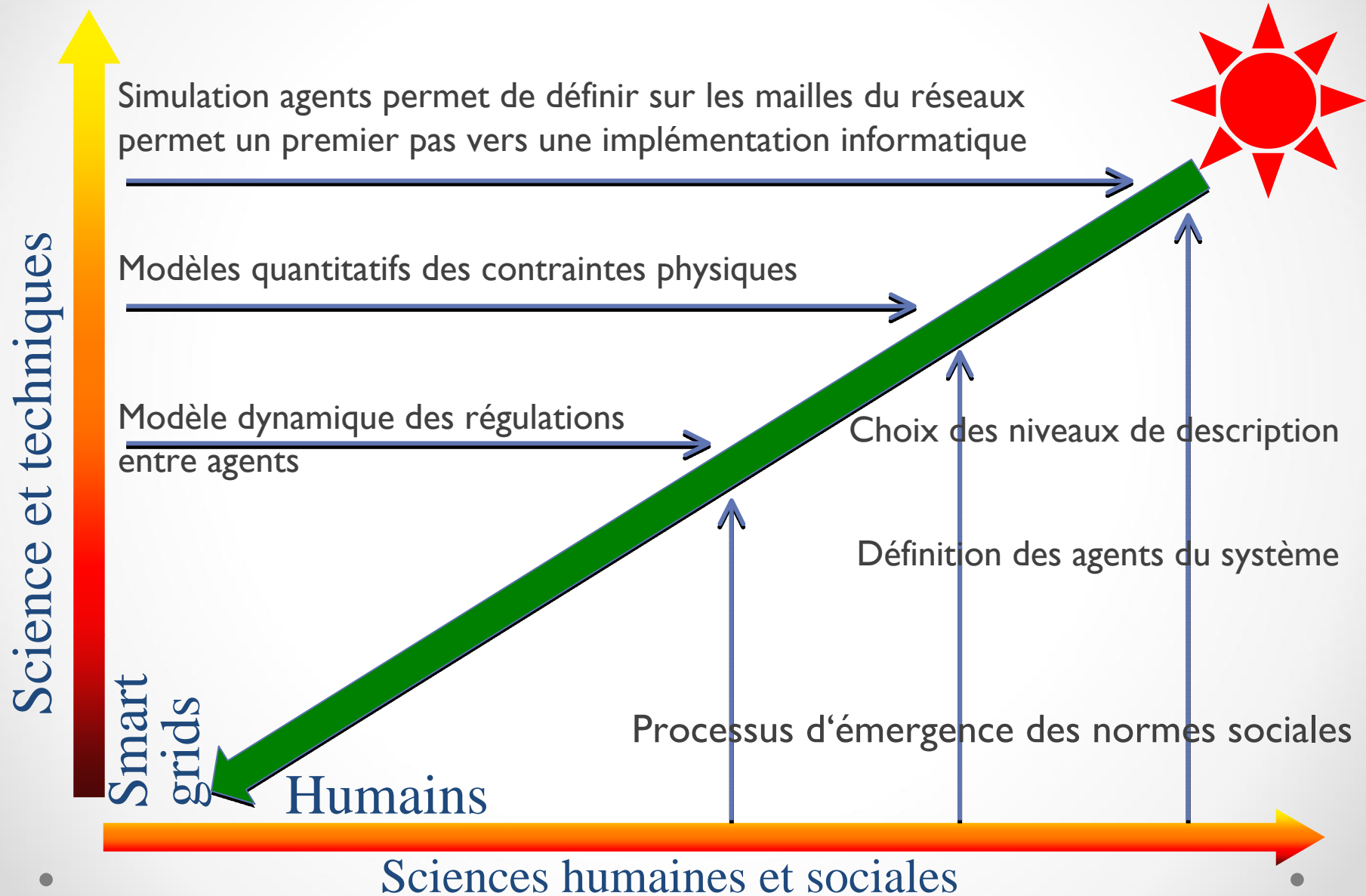
## Dynamique spatio-temporelle

- Analyse de l'importance des échelles des territoires tenant compte des contraintes de localisation, des contraintes techniques, de consommation, de stock ou de flux.
- Analyses des **variabilités des courbes de charges**, grâce au smart-metering et « décomposition » de ces courbes de charges au regard des pratiques.
- Les SHS traduisent les résultats des modèles en termes de changements de pratiques sociales.



# Modéliser des stratégies de changement de consommation

## Interactions sociales entre humains et machines intelligentes



# Conclusion

La modélisation empirique comme voie  
interdisciplinaire de la prise en compte des  
interactions sociales entre humains et machines  
intelligentes en réseaux.


## Research

### Research


### Publications

The Chair of Sociology, in particular of Modeling and Simulation, focuses on social systems from the point of view of complexity science, especially issues of emergence, self-organization, and network-related dynamics.

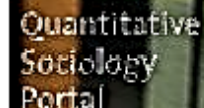
Further focus areas are human interaction and coordination in space and time, quantitative sociodynamics, behavior of crowds and masses, pedestrian dynamics and panic, multi-agent simulation, self-organization and collective intelligence in complex systems, artificial societies, game theory, behavioral and decision models, robust organizations and disaster response management. In addition, problems of information flows, of time scales, and timing for functional and organizational issues are tackled with theoretical and experimental methods.



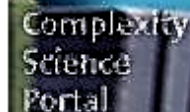
Research  
Highlights



Selected  
Publications



Quantitative  
Sociology  
Portal



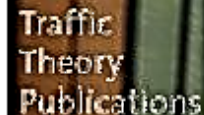
Complexity  
Science  
Portal



Videos  
and  
Simulations



Game  
Theory  
Publications



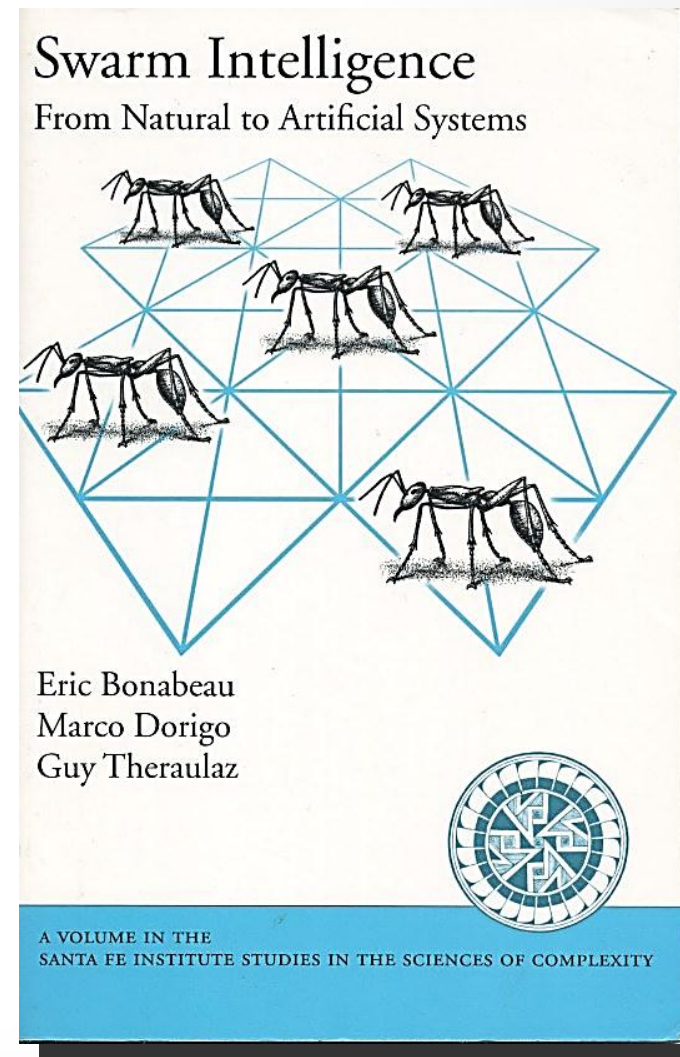
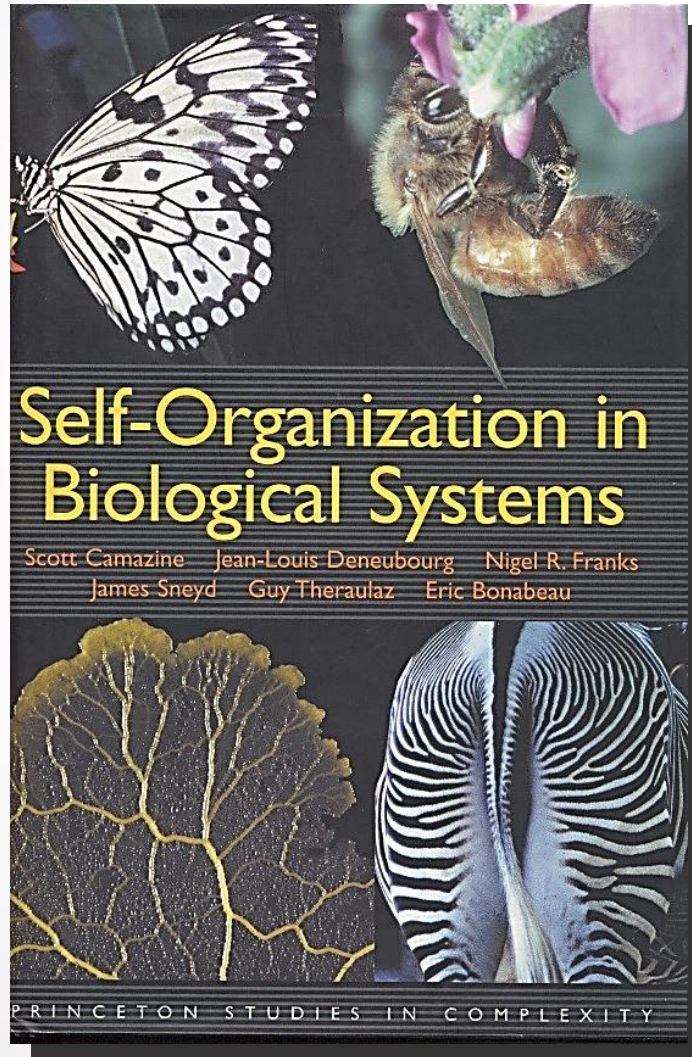
Traffic  
Theory  
Publications



SOMS  
Library



# Auto-organisation et intelligence en essaim



# Métaheuristiques bio-inspirés

