

Systèmes Collectifs Adaptatifs

et

Systèmes Multi-Agents

—~—

Partie 3 – Multi-Agent Based Simulation

—~—



@Web : <http://lim.univ-reunion.fr/staff/courdier/>
@mail : Remy.Courdier@univ-reunion.fr



Systèmes Collectifs Adaptatifs et Systèmes Multi-Agents

Sommaire

Partie 3 : Multi-Agent Based Simulation

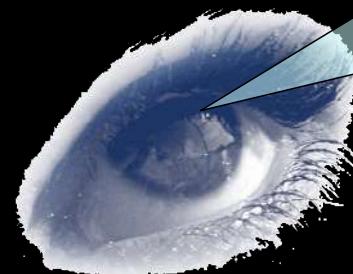
- Système complexe & Simulation Multi-Agent
- Mécanismes d'une plate-forme de simulation multi-agents
- Exemples d'applications

Multi-Agent Based Simulation

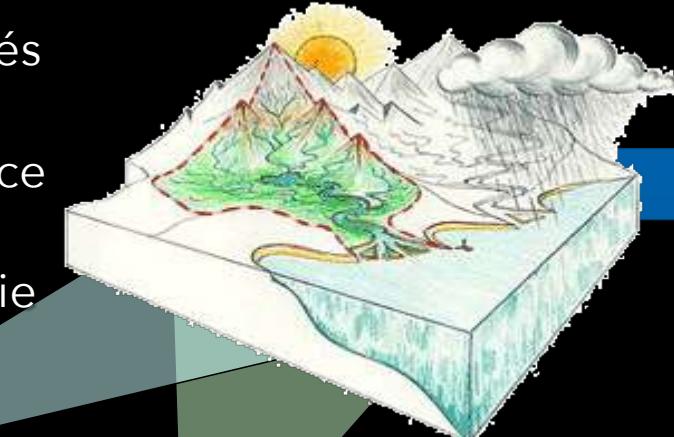
Système complexe & Simulation Multi-Agent

Systèmes complexes

- nombreuses entités en interaction
- situés dans l'espace
- dotés d'une certaine autonomie



Expert 1
Agronomist



Expert 2
Economist...

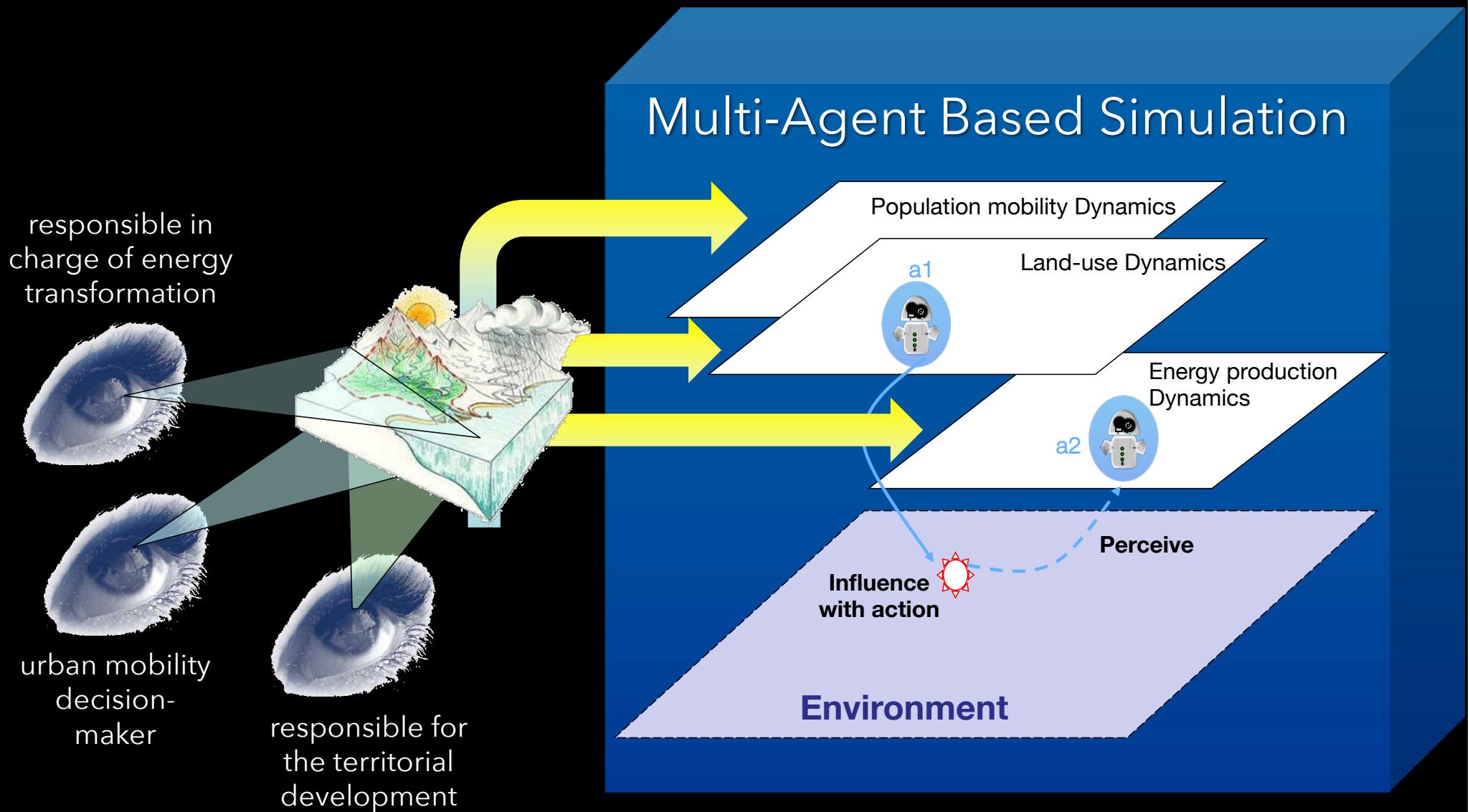
Formalismes multiples

- ✓ Blocs diagrammes
- ✓ Équations différentielles
- ✓ Réseaux neuronaux
- ✓ Automates cellulaires
- ✓ **Systèmes multi-agents**

Multi-Agent
Based
Simulation

Multi-Agent Based Simulation

Système complexe & Simulation Multi-Agent



Multi-Agent Based Simulation

Système complexe & Simulation Multi-Agent

Complex Systems

- Large variety of entities having specialized functions,
- Internal hierarchical levels of entities organization,
- High density of interconnections,
- Nonlinear interactions between entities,
- ...
- Collective phenomena give rise to emergent properties

Multi-Agent Systems

AI techniques
Distributed programming

Simulation

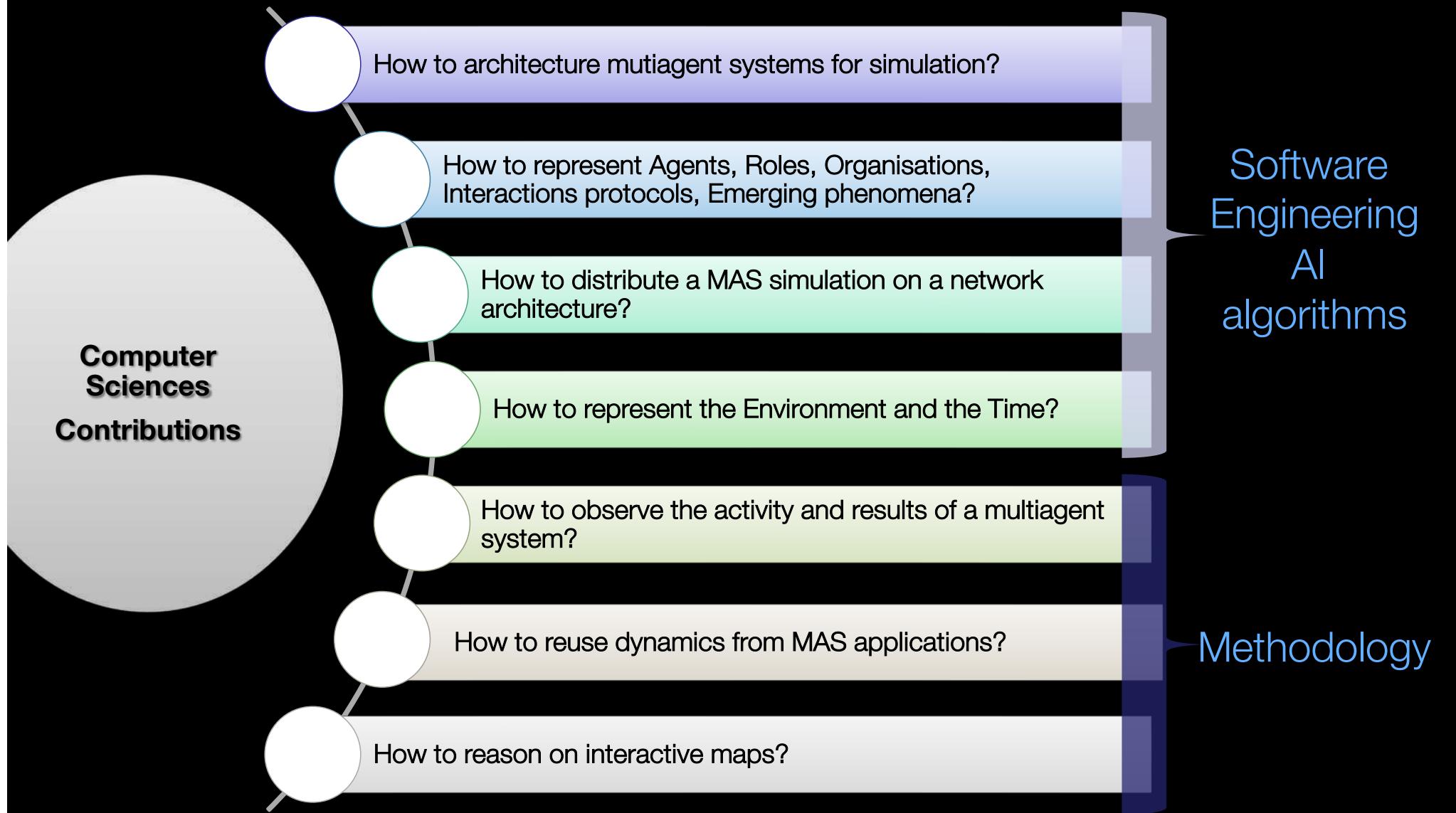
Creates an abstraction of a system as it evolves through time

- Helps with the validation of scientific assumptions
- Helps with the comprehension of system dynamics
- Decision-making aid

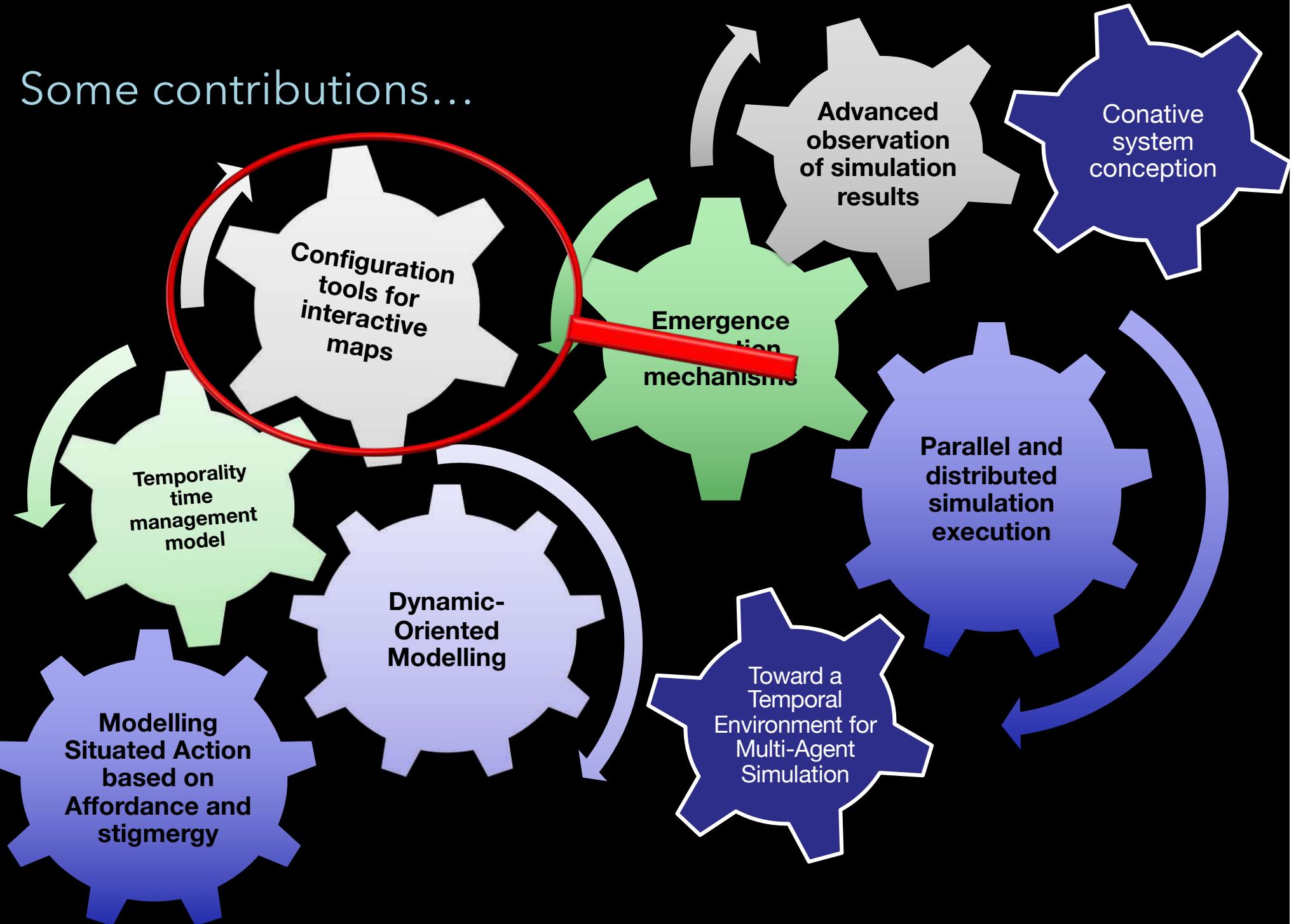
For systems where direct observation and measurement are not possible:

- Cannot be reproduced
- Cannot be experimented with

Questions that arise when designing a multi-agent simulations plateform :

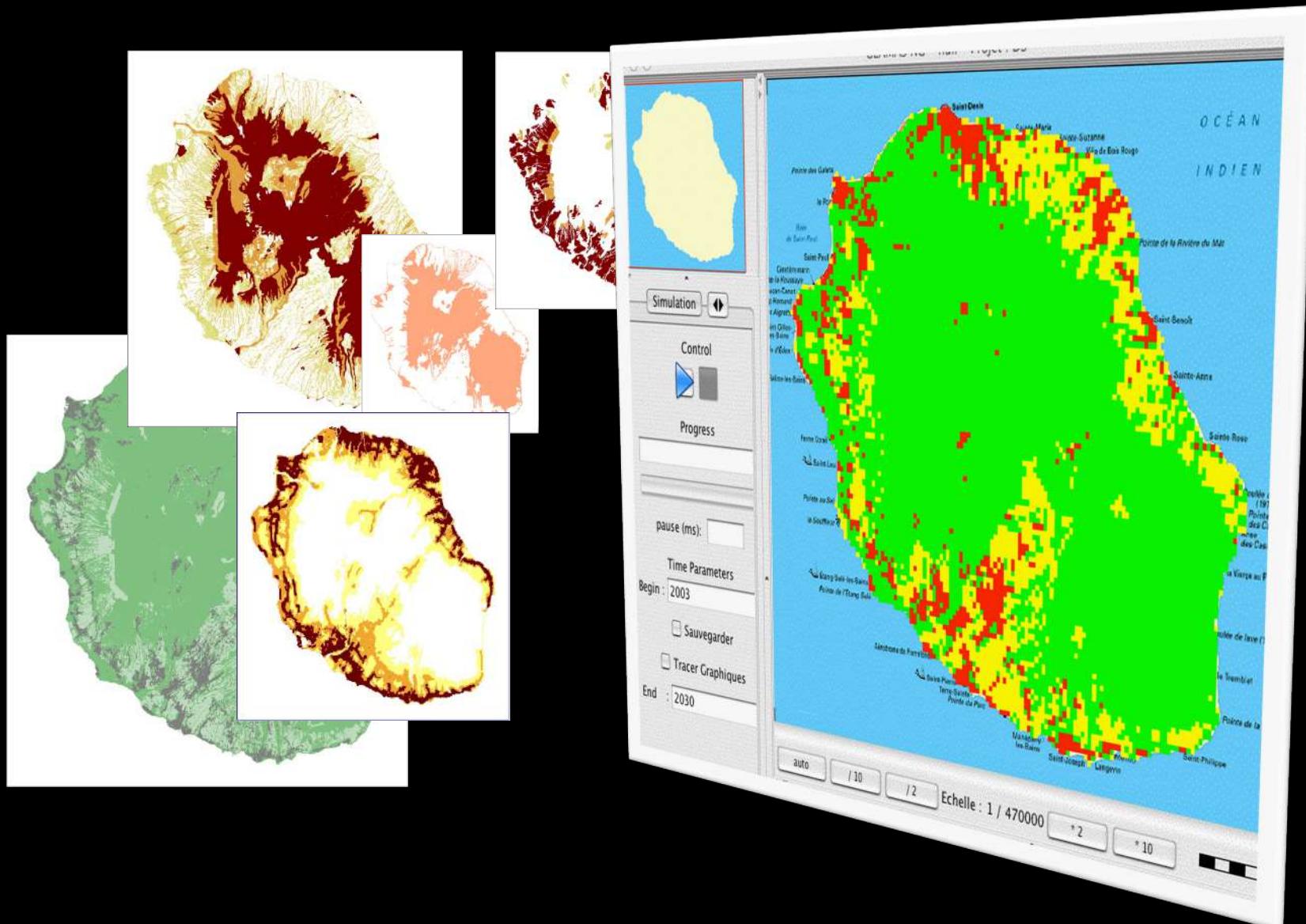


Some contributions...



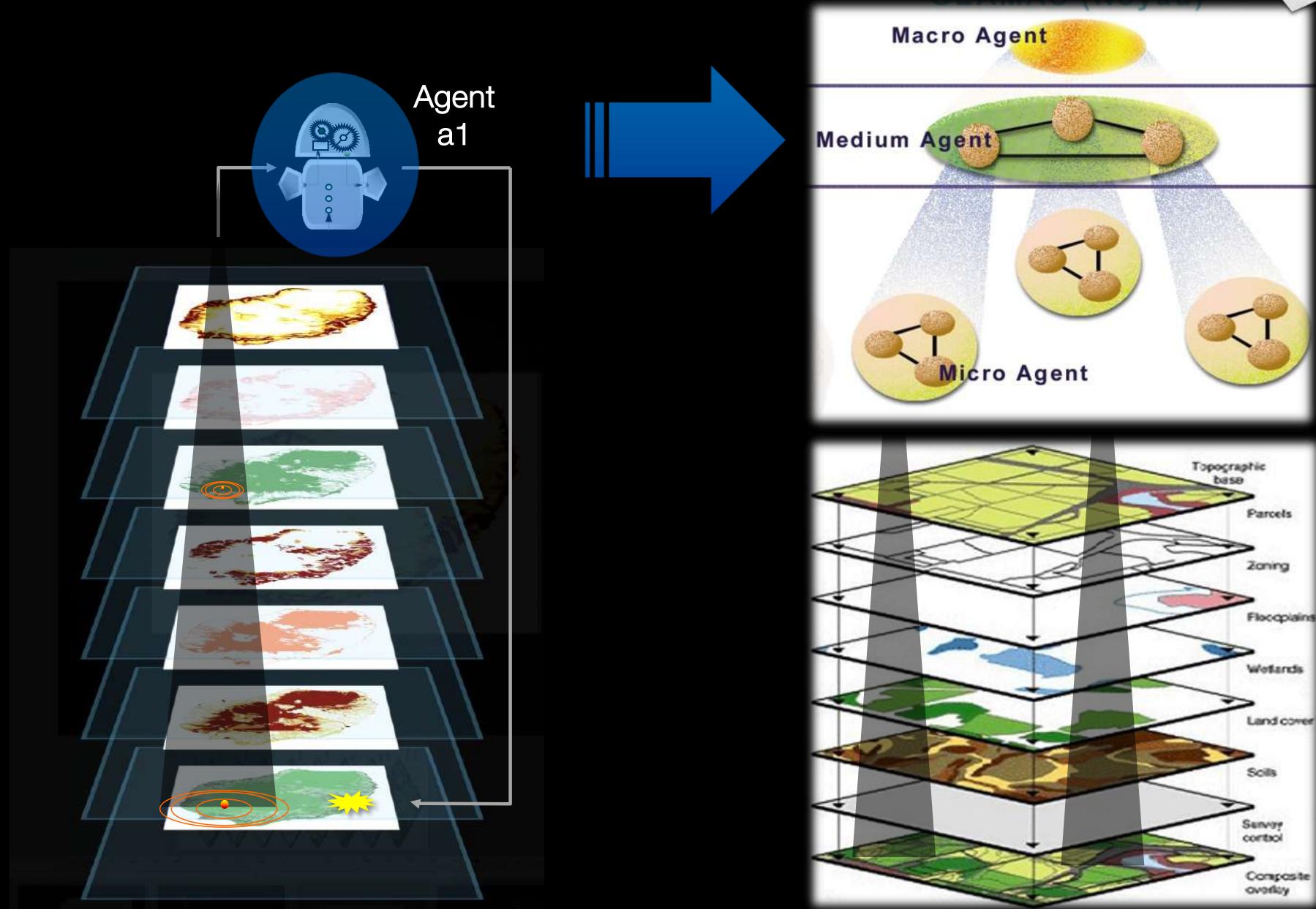
Configuration tools

How to reason on interactive maps ?



Configuration tools

How to reason on interactive maps ?



How to define the environment?

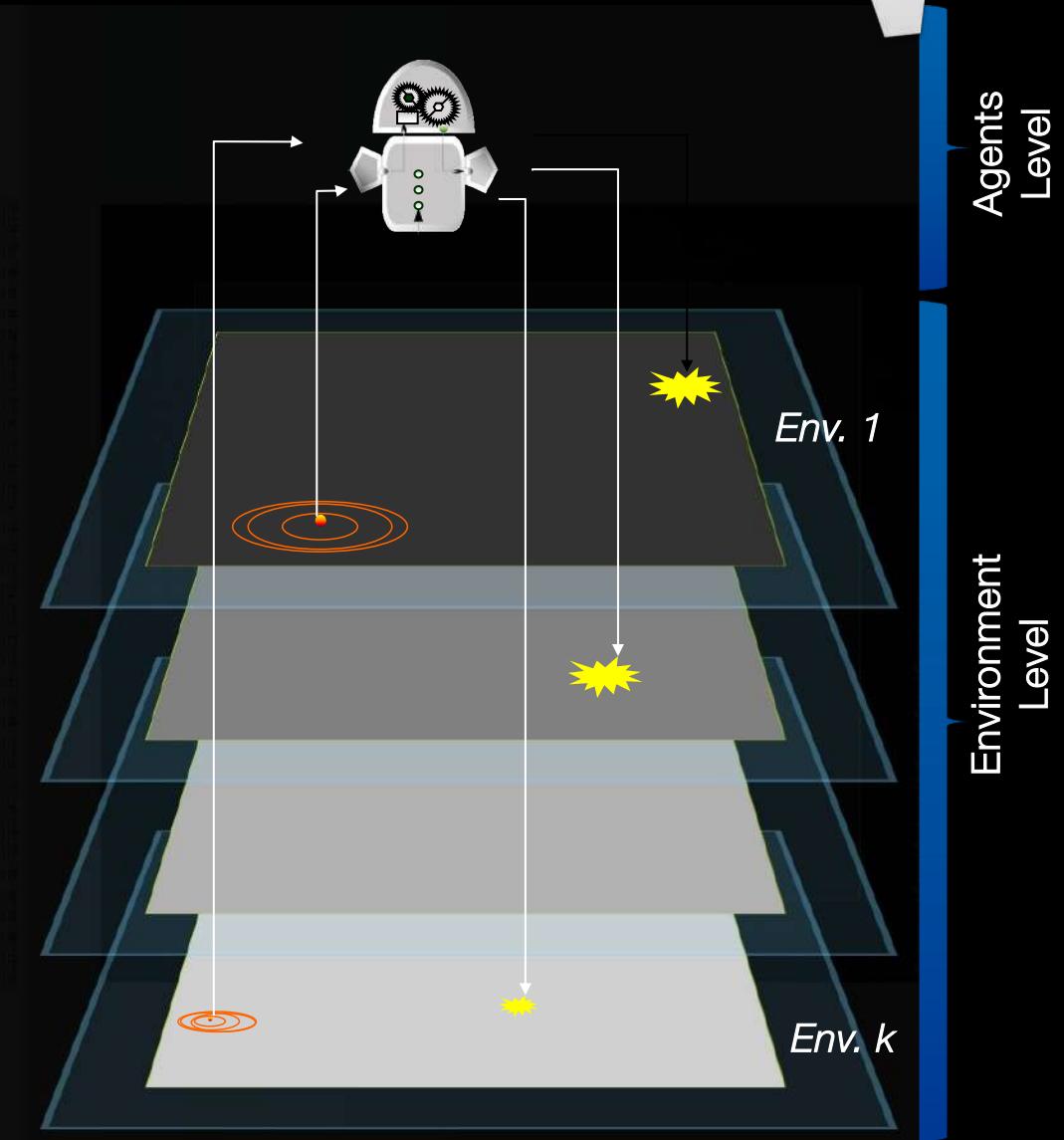


XELOC: eXtensible
Editing Language
Of Configuration

to facilitate
complex systems
environment
configuration
edition and reuse

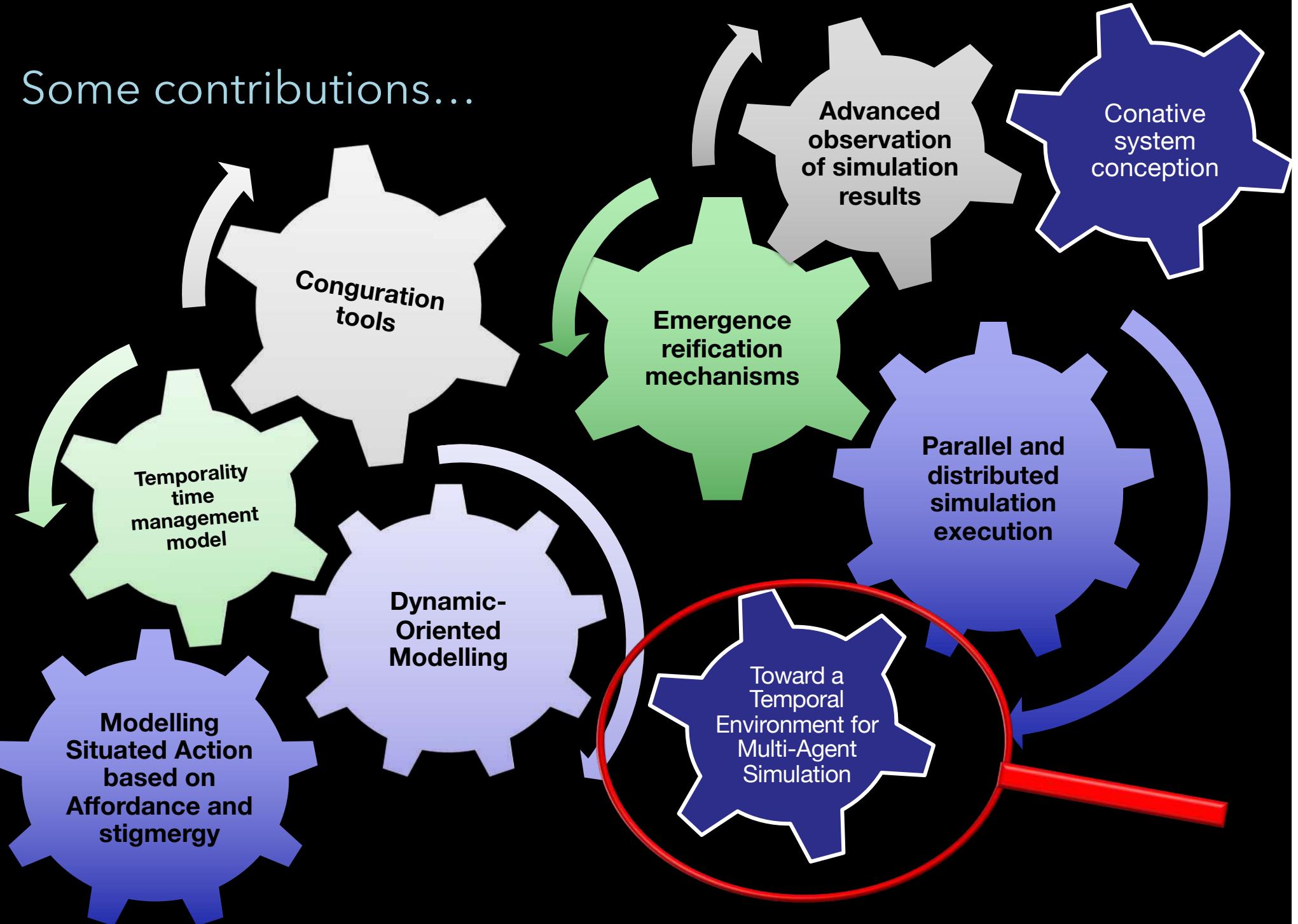
```
<!-- Ajout de l'environnement spatial -->
<addEnvironment name="ForestWorld"
    setGlobal="worldName" />
<!-- Configuration de cet environnement -->
<configEnvironment environment="@worldName">
    <multiValue>
        <champ name="request"
            value="size" />
        <champ name="row"
            value="@nbRow" />
        <champ name="column"
            value="@nbColumn" />
    </multiValue>
</configEnvironment>
```

```
<forMap name="BiodiversityPotential"
    url=".//maps/biodivPotential.bmp"
    resolution="16" >
    <legend name="3classes" >
        <label name="Faible"
            r="255" v="255" b="128" />
        <label name="Moyen"
            r="242" v="167" b="46" />
        <label name="Fort"
            r="107" v="0" b="0" />
    </legend>
    <cell legend="3classes"
        operator="average" mode="closer" >
        <case label="Faible">
            <!-- suite d'instructions 1 -->
        </case>
        <case label="Moyen">
            <!-- suite d'instructions 2 -->
        </case>
        <case label="Fort">
            <!-- suite d'instructions 3 -->
        </case>
    </cell>
</forMap>
```



Depending on the applications the environment modelling can be more and less sophisticated

Some contributions...



How to define the time?

Deux grandes approches de la gestion du temps

■ Simulation à temps constant

- ✓ Chaque pas de temps correspond à une unité de temps déterminée (par exemple, 1 seconde, 1 minute, etc.).
- ✓ Tous les agents mettent à jour leurs états simultanément à chaque pas de temps.
- ✓ Nécessite un compromis entre précision (pas de temps petit) et performance (pas de temps grand).
- ✓ Convient pour des systèmes où les événements surviennent fréquemment ou à intervalles réguliers.
- ✓ Simple à implémenter car les agents sont activés à chaque pas de temps, qu'il y ait ou non des changements significatifs.



Constant time step

δ

Peut être inefficace, car les calculs sont effectués même lorsque rien d'important ne se produit.

-> Temps événementiel
(Event-driven simulation)

How to define the time?

■ Simulation à temps événementiel

- ✓ Le temps progresse uniquement lorsqu'un événement pertinent survient (par exemple, un agent atteint une cible, un seuil est franchi, etc.).
- ✓ le temps de l'horloge virtuelle avance de manière non linéaire
- ✓ Les agents sont activés ne sont effectués que lorsqu'un événement doit être traité.
- ✓ Efficace pour les systèmes où les événements sont rares ou irréguliers.

Time based on Events



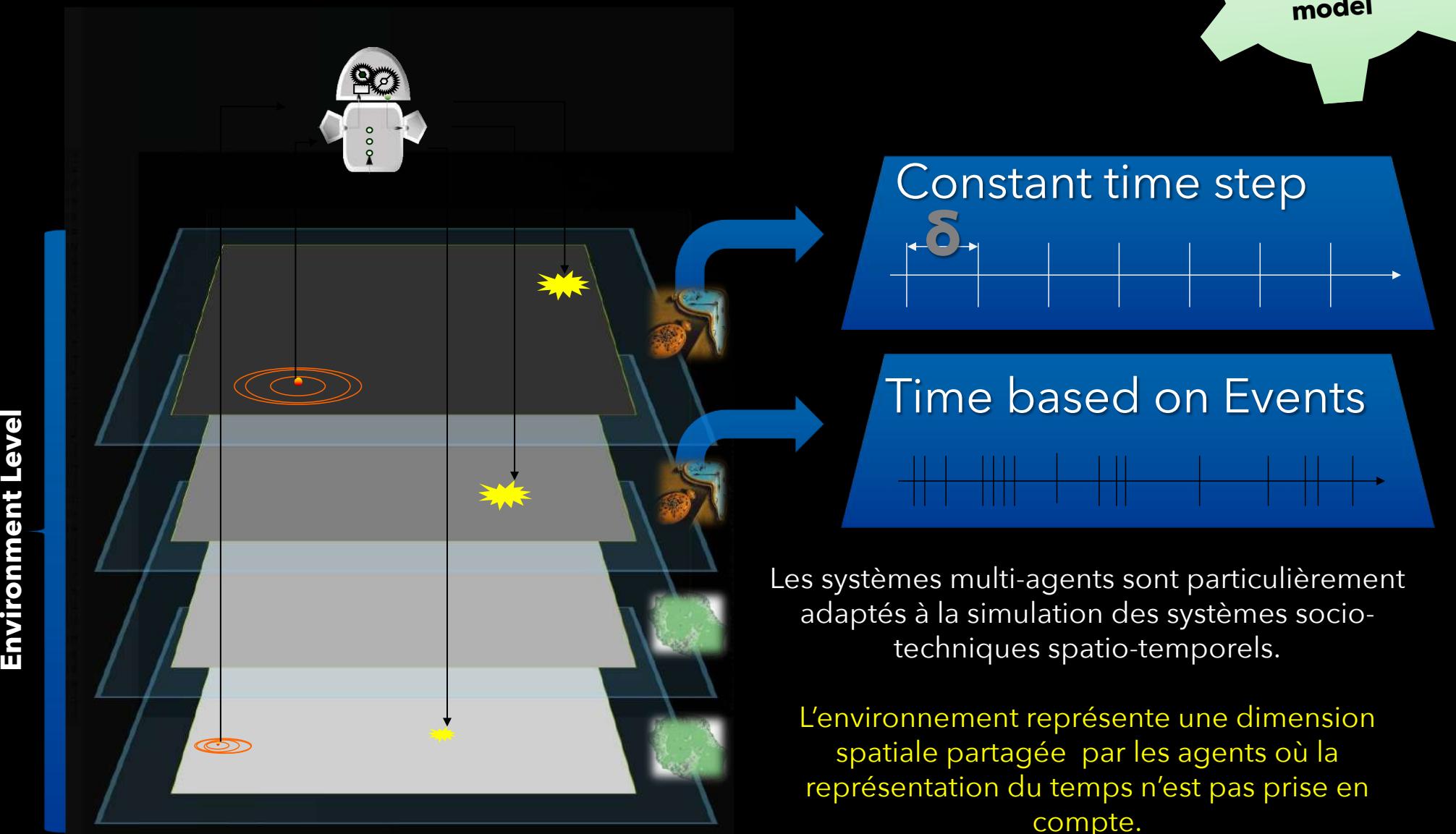
Plus complexe à implémenter.

Par ailleurs, de nombreux modèles ont des agents à comportements fixes et comportements irréguliers.

-> Modèle à temporalité

How to define the time?

Temporality
time
management
model

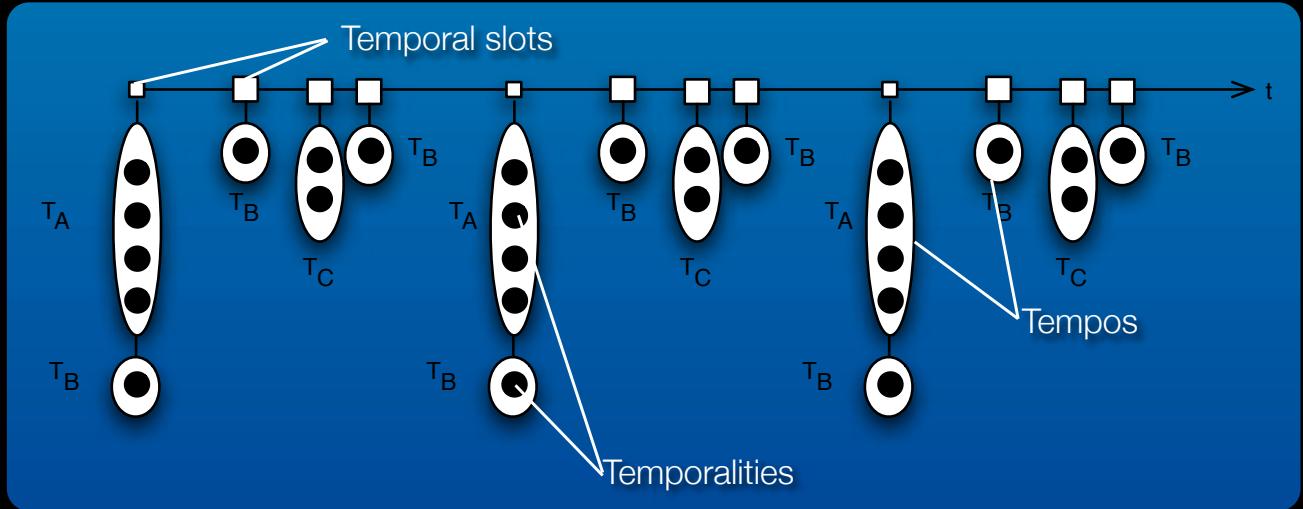
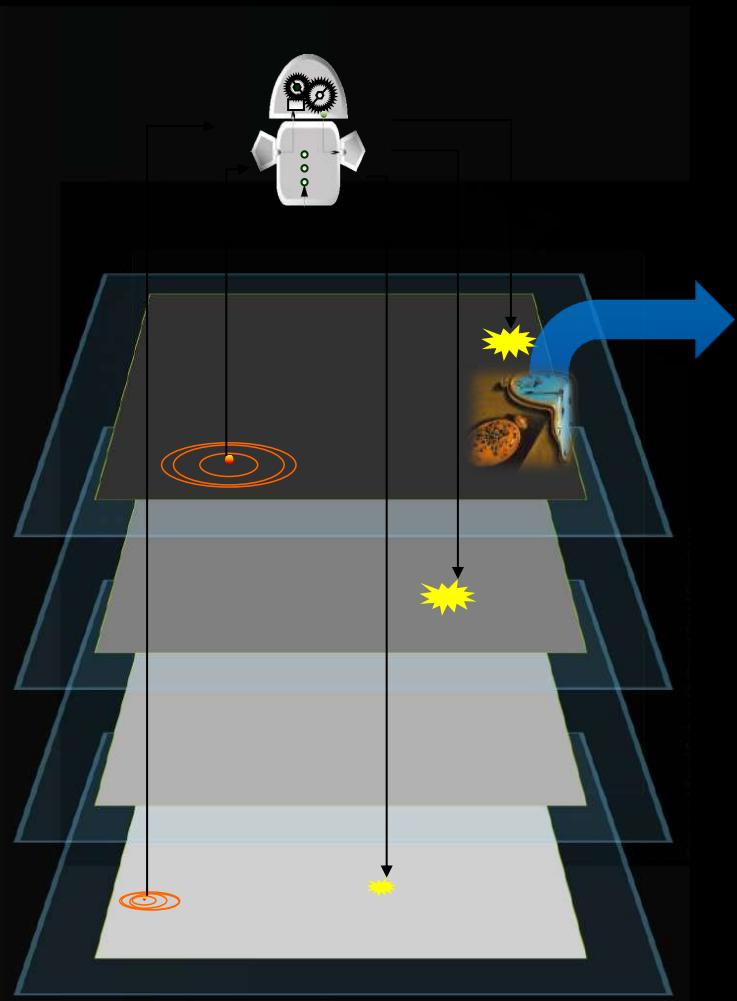


Modèle à temporalité : Ajout d'un environnement représentant la ligne du temps

Research orientation

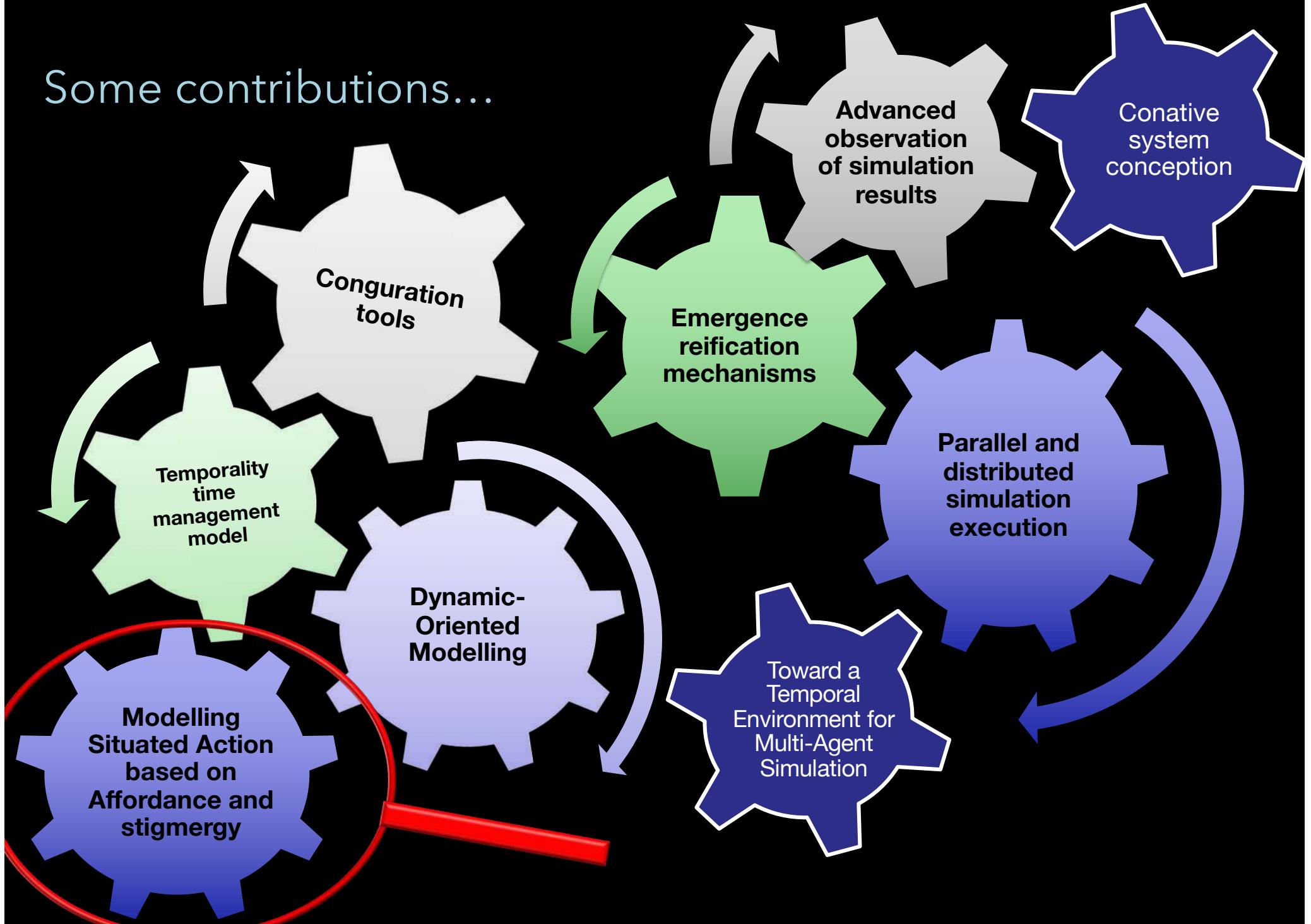
The temporality model

Temporality
time
management
model



- **Temporalité** : structure temporelle décrivant le déclenchement du comportement d'un agent.
- **Slot temporel** : point de l'axe temporel sur lequel l'ordonnanceur déclenche une temporalité.
- **Tempo** : structure regroupant des temporalités partageant une même période et un slot temporel.

Some contributions...



Conceptualisation de la théorie de l'action située dans une plateforme SMA

Action planifiée vs action située

- La théorie de l'action située a été approfondie par Lucy Suchman et vulgarisée grâce à la publication de son livre *Plans and situated actions* [Suchman, 1987]
- La différence principale entre la notion de situation et la notion d'état de l'environnement utilisé dans l'action planifiée, est que **la situation c'est l'état de l'environnement du point de vue de l'acteur qui interagit avec celui-ci**
- La théorie de l'action située s'est intéressée à reconsidérer la place du plan et à montrer l'importance de la situation.
- **La situation ne peut être représentée en faisant abstraction de l'acteur**
- **Impact considérable sur la modélisation de l'action dans le SMA**

Conceptualisation de la notion d'affordance dans une plateforme SMA

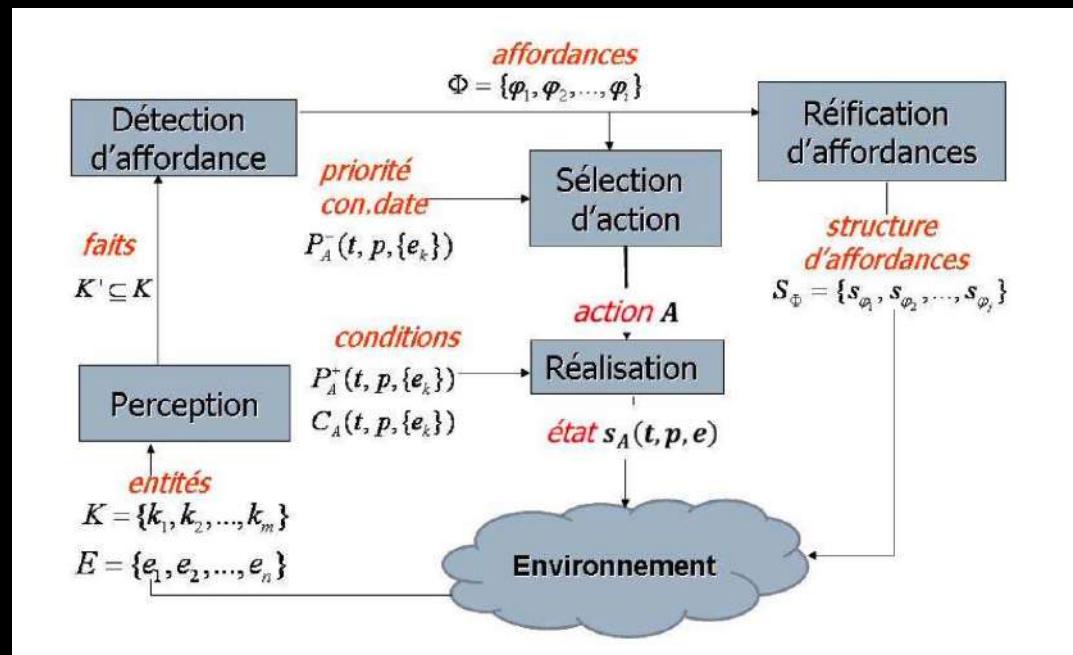
- [Gibson, 1986]. **L'hypothèse de la perception directe** Le processus de perception n'a nullement besoin d'une représentation symbolique de l'environnement dans l'esprit de l'acteur, ni d'un mécanisme d'inférence permettant d'extraire le sens des percepts.

Affordance

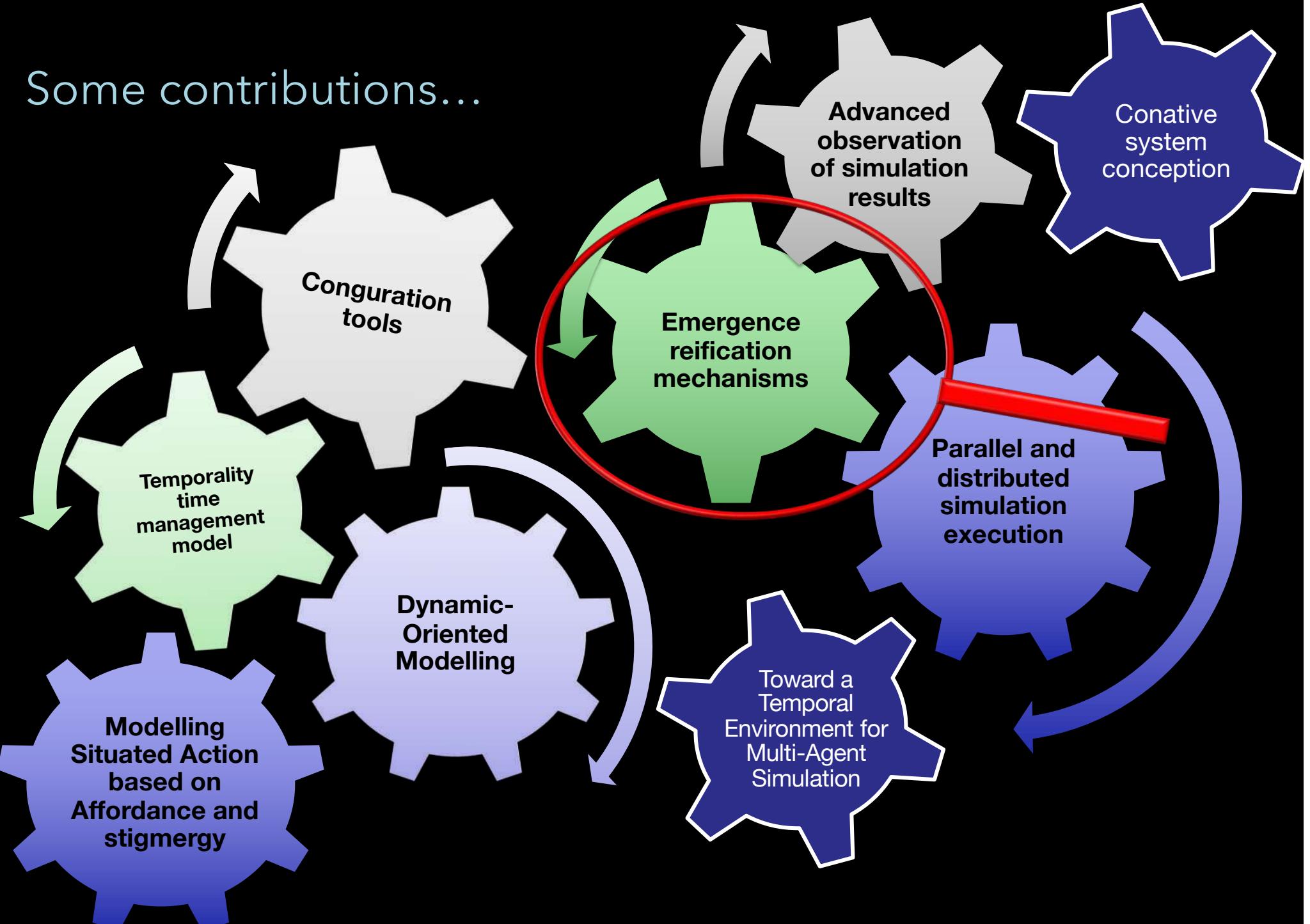
Ensemble des possibilités d'action offertes à l'acteur par les objets situés dans son environnement.

- Ce concept considère que l'acteur et son environnement constituent un couple complémentaire

[Turvey, 1992] L'affordance se réalise si un acteur possède une capacité d'action qui complète celle de l'objet de l'environnement.



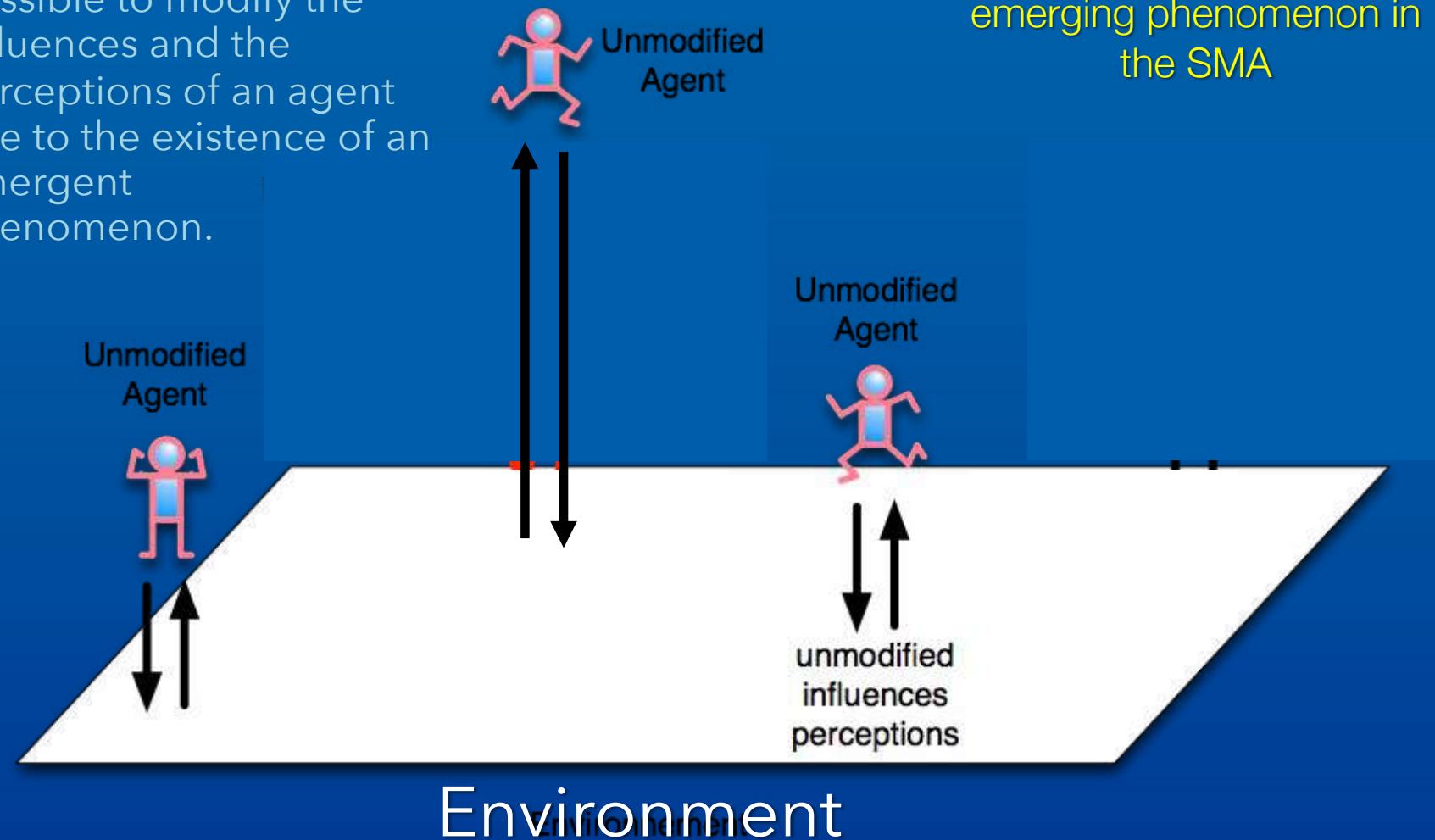
Some contributions...



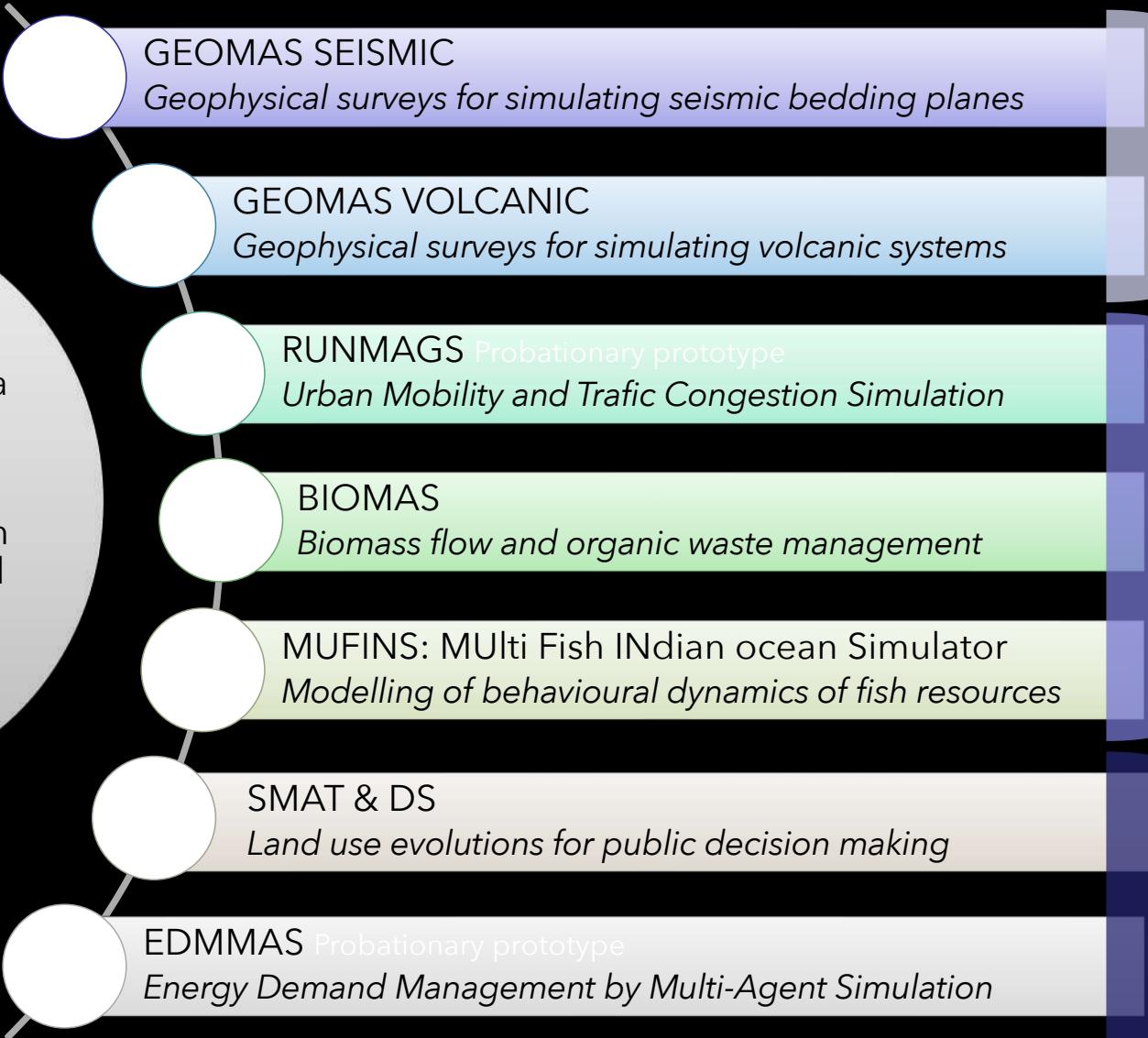
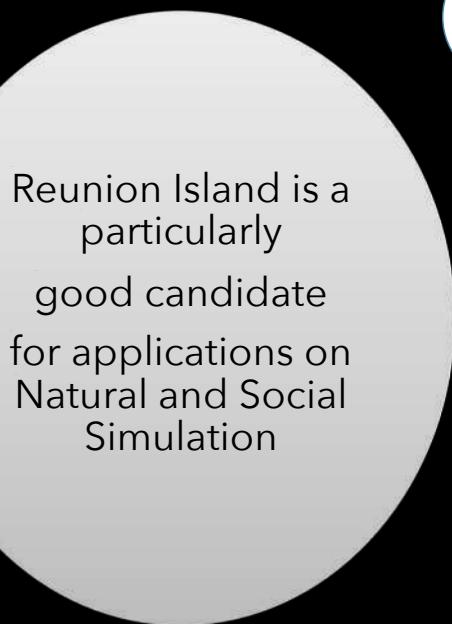
Working with emergence

structure that makes it possible to modify the influences and the perceptions of an agent due to the existence of an emergent phenomenon.

Agent that represents the emerging phenomenon in the SMA



Examples of MultiAgent Simulations Developed in my Research Group



Simulation Platforms

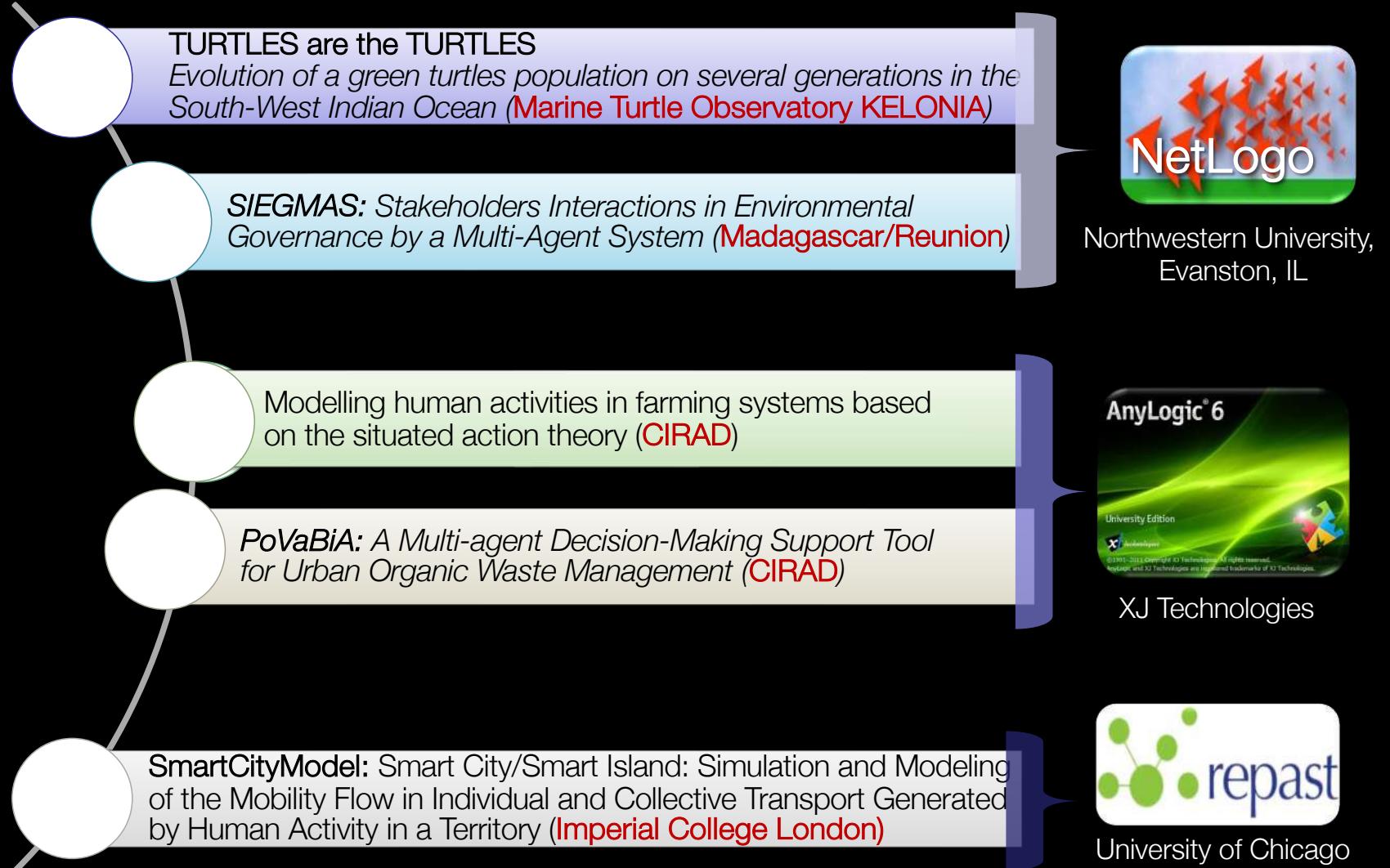
GeOmas Platform (Smalltalk)

GEAMAS Platform (Java)

GEAMAS-NG Platform (Java)

Examples of MultiAgent Simulations Developed in my Research Group

Applications using other simulation platforms





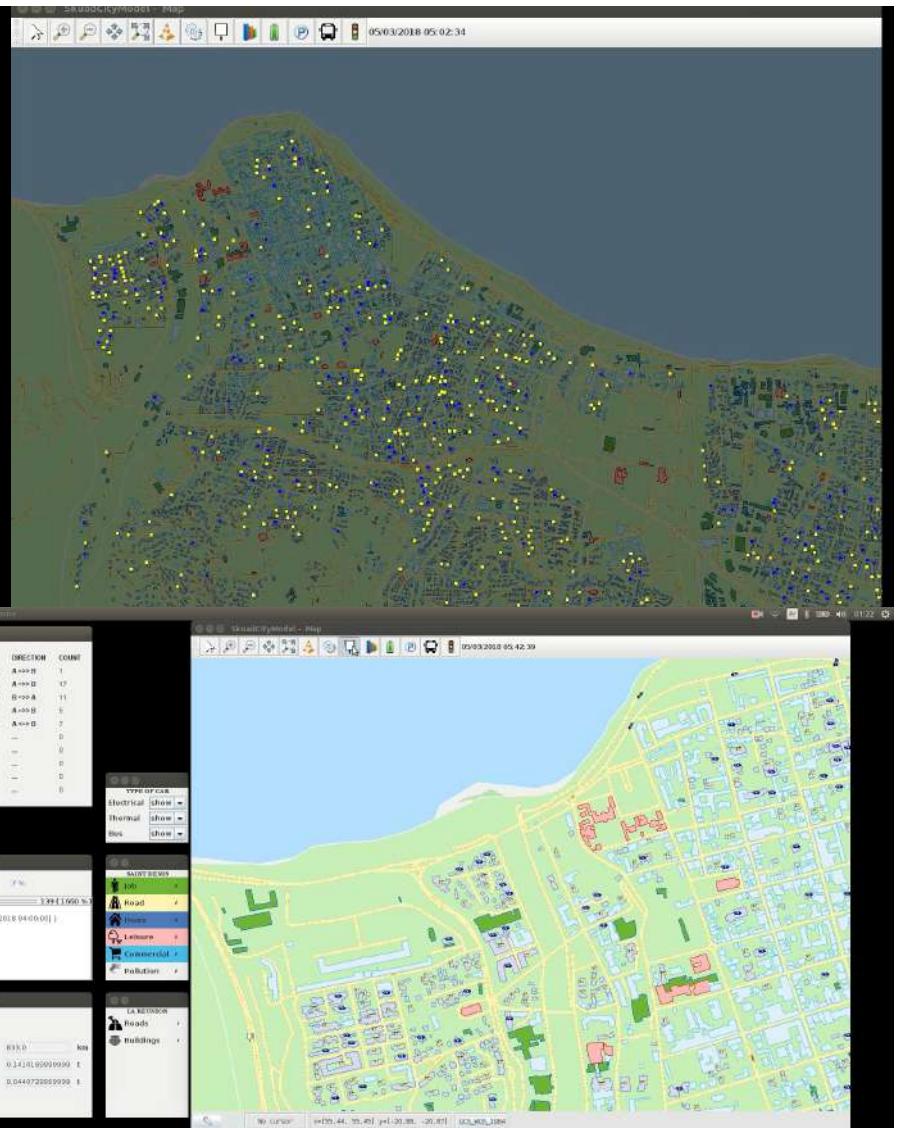
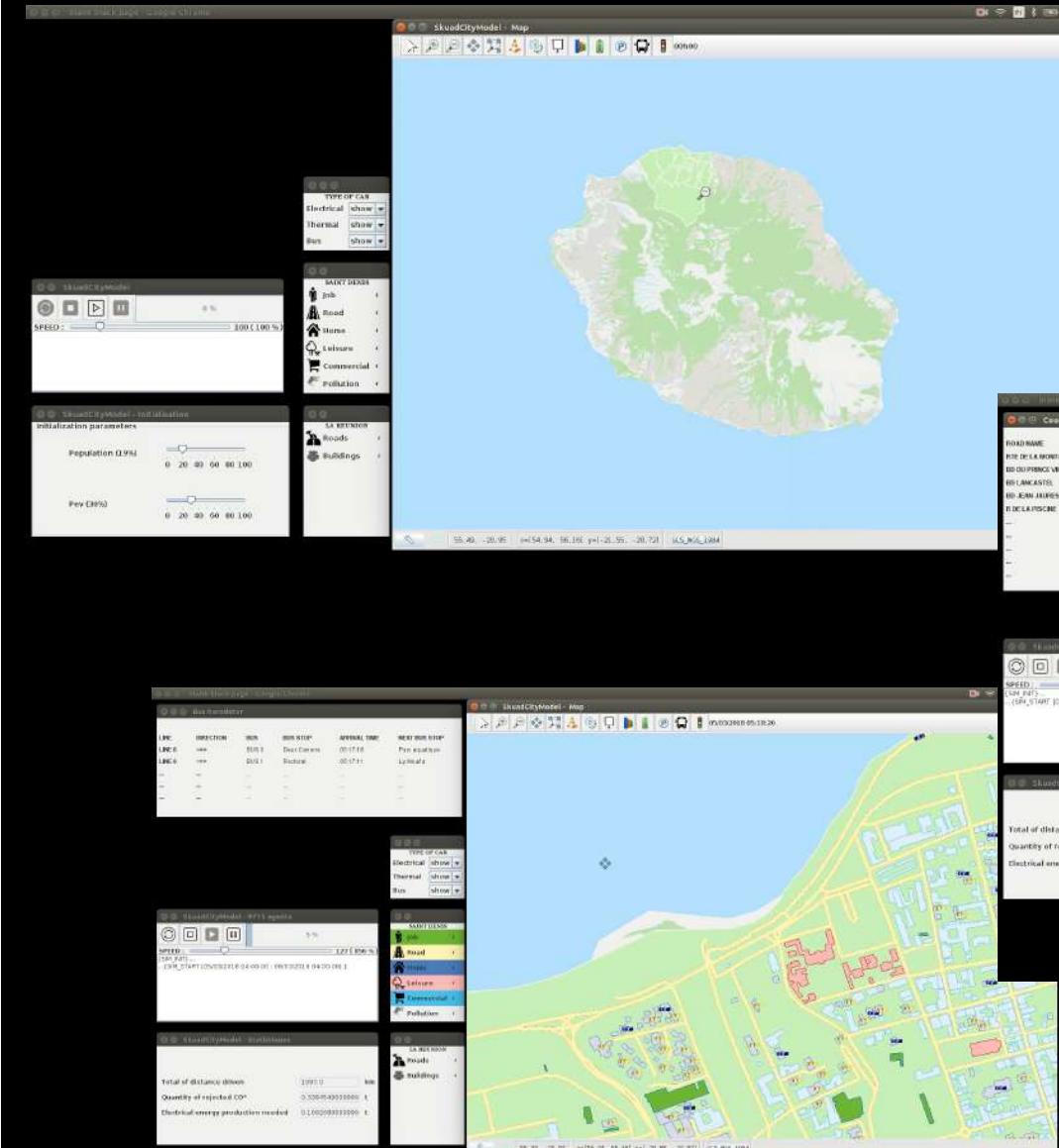
Smart cities and smart islands



**Imperial College
London**

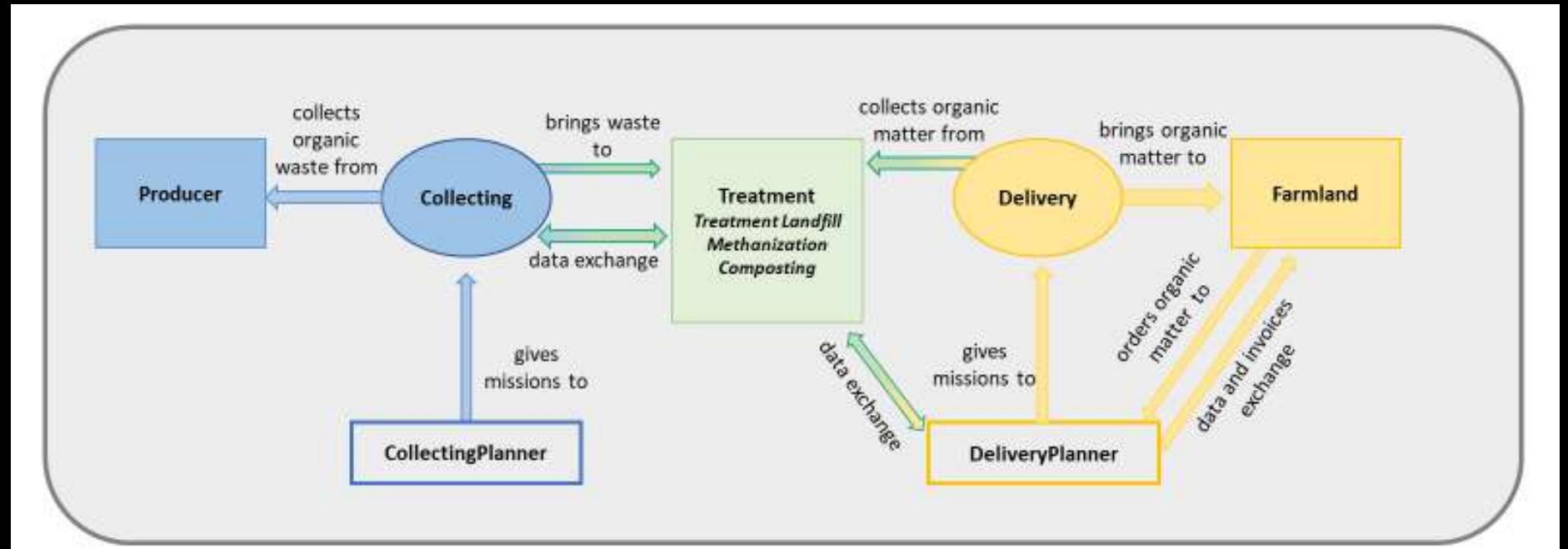


SkuadCityModel



- Data layer configuration
- Vehicle counters setting
- Road obstruction management
- Traffic light management
- ...

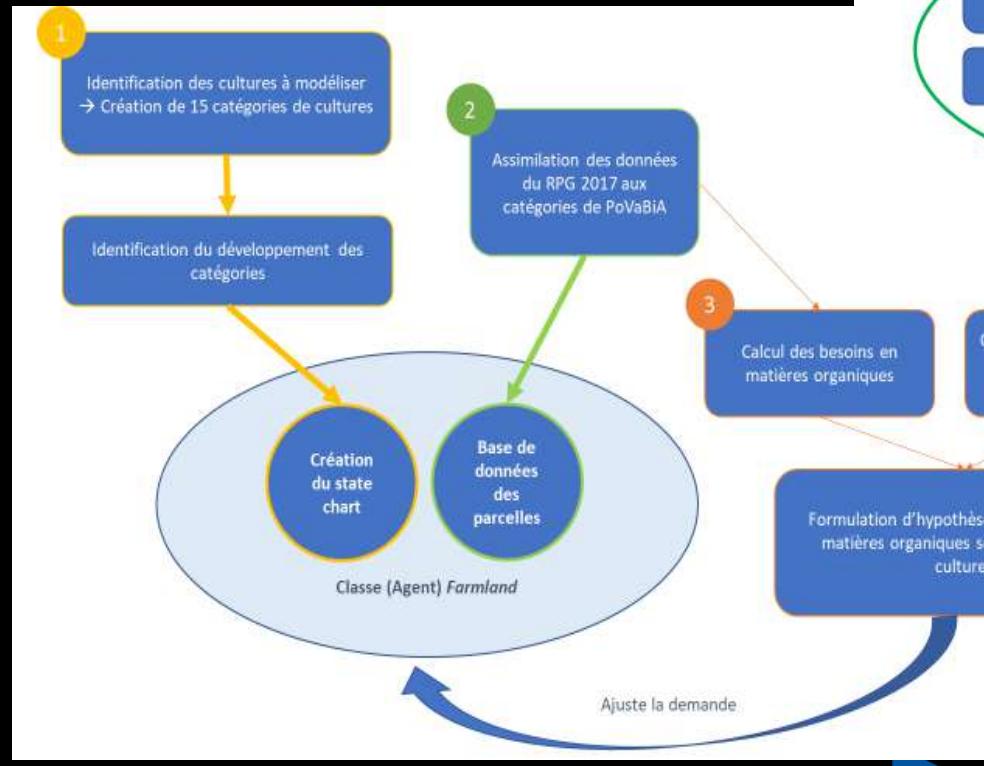
Potentiel de Valorisation des Biodéchets en Agriculture PoVaBia



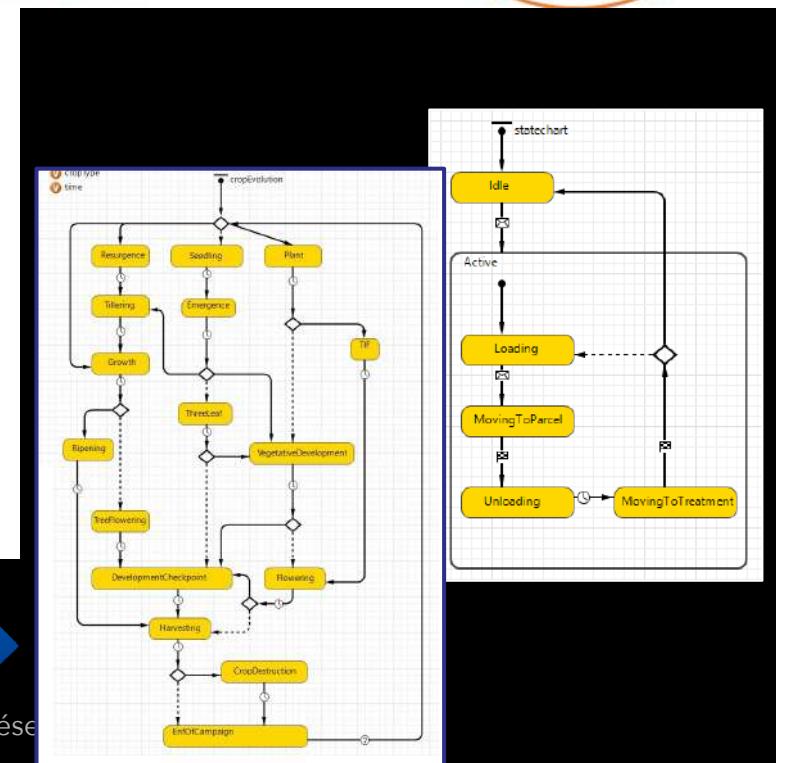
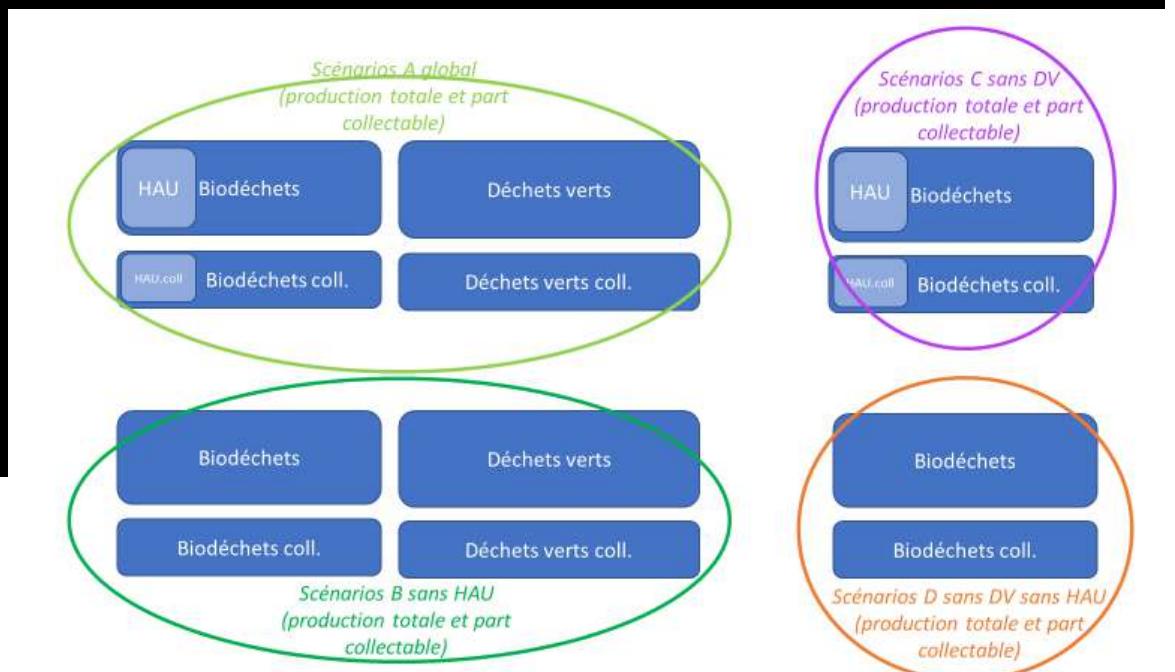
- Simulate organic waste (OW) flows between producers and treatment units and between treatment units and consumers in the framework of predefined or customised scenarios
- Simulate the transformation of OW within treatment units, depending on their nature and the unit's transformation process;
- Evaluate the investment and operating costs of the different scenarios as well as the avoided imports compared to a baseline scenario;
- Evaluate the greenhouse gas emissions of the scenarios

Potentiel de Valorisation des Biodéchets en Agriculture PoVaBia

Identification of the scenarios



Modeling the actors



Potentiel de Valorisation des Biodéchets en Agriculture PoVaBia

Simulation tools based on AnyLogic

Fonctions et données d'entrée et de sortie

- INITIAL
- selfInitialize
- get_APD_name
- setProducers
- getProducers
- createTreatment
- createCustomizedTreatment
- setCollectingPrograms
- getCollectingPrograms
- getOrganizations
- getCollectingPrograms
- Cette fonction permet de créer au début de la simulation (en test uniquement) une liste de lots de circuits (7 programmes, soit un par jour)

Fonctions et fichiers d'initialisation

- Arroseuse/Épandage
- Épandage
- TreatmentPlantEmissions
- CollectingProgram

Populations d'agents

- collecting_Constitutive
- producers_Prod
- treatment_PlantEmissions
- collecting_Programs

Carte

Accès aux interfaces individuelles des classes

Barre de contrôle temporel de la simulation

Données Graphiques

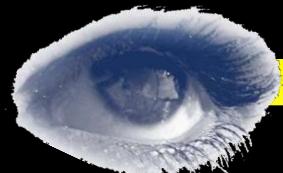
Données Graphiques

Examples of Agent-Based Simulations

Applications developed with GEAMAS-NG

SMAT & DS

Simulation of Land use evolutions for public decision making



Multi-Agent Based Simulation

Population land use Dynamics



Energy production Dynamics



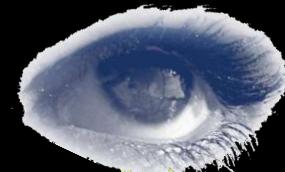
Perceive

Influence
with action

Environment

EDMMAS

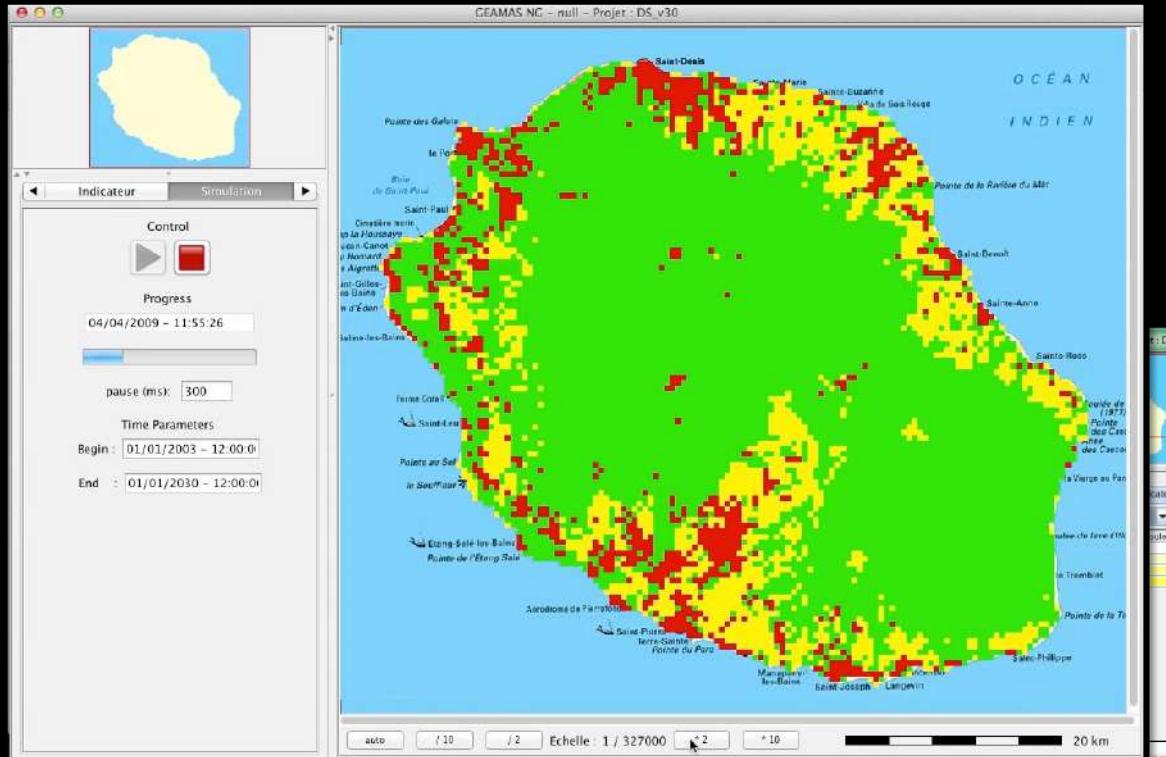
Energy Demand Management by Multi-Agent Simulation



Examples of Agent-Based Simulations Applications developed with GEAMAS-NG

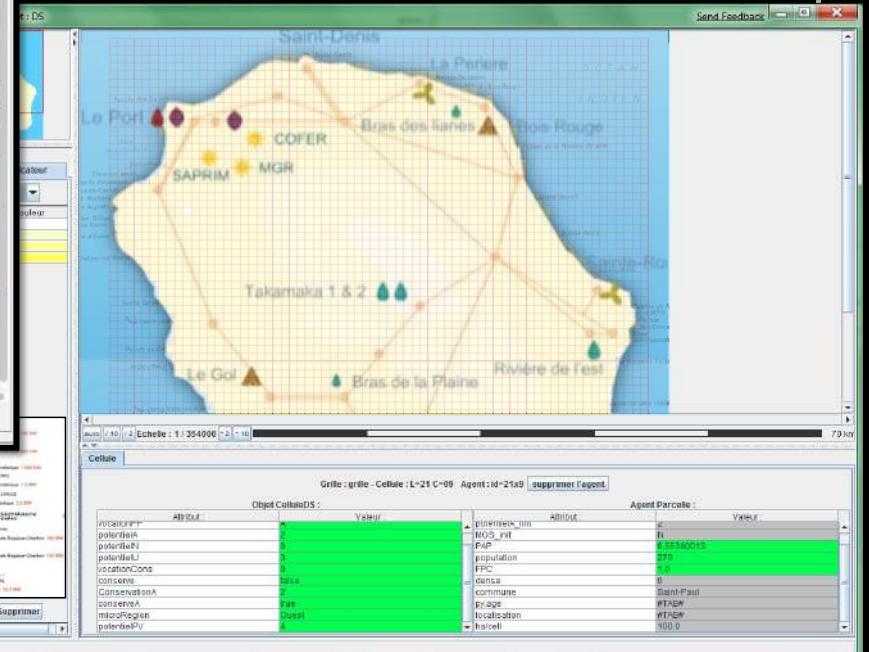
SMAT & DS

Simulation of Land use evolutions for public decision making



EDMMAS

Energy Demand Management by Multi-Agent Simulation



Research & publication...



The screenshot shows the homepage of the Laboratoire d'Informatique et de Mathématiques (LIM) at lim.univ-reunion.fr. The header features the UR logo and the LIM logo. The main navigation menu includes RESEARCH, TEACHING, ADMIN, EVENTS, and PROJECTS. The RESEARCH section is currently selected, leading to a page titled "Publications of Remy Courdier". The page displays a list of publications, each with a thumbnail image, title, and a brief description. The publications are:

- Richard Fontaine, Rémy Courdier et Denis Payet — *Vers une utilisation éco responsable des objets connectés par la mutualisation de leurs composants physiques : Une approche basée sur le concept d'artefact*, Revue Ouverte d'Intelligence Artificielle, Vol. numéro spécial, to appear, Association pour la diffusion de la recherche francophone en intelligence artificielle, 2022.
- Mathieu Vigne, P. Achard, C. Alison, Christophe Castanier, Jean-Philippe Choisi, Rémi Conrozier, Rémy Courdier, Pascal Degenne, Agathe Deulvot, Stéphane Dupuy, Amelie Février, Chritelle Hatik, Joël Huat, Vivien Kleinpeter, Vladislav Kyulavski, Amandine Lurette, Anne-Laure Payet, Philippe Rondeau, Jean-Christophe Souillé, Philippe Thomas, Thuries Laurent, Tillard Emmanuel, V. Van de Kerchove et Jonathan Vayssières — *Une agronomie clinique et territoriale pour accompagner la transition vers une économie circulaire autour de l'agriculture : mise à l'épreuve et enseignements du projet GABIR à La Réunion*, Revue AE&S, Vol. 11(2), pp. 167-182, décembre 2021.
- Richard Fontaine, Rémy Courdier et Denis Payet — *A step towards more eco-responsible computing*, The 17th International Conference on Mobile Web and Intelligent Information Systems (MOBIWIS 2021), published by Springer in the Lecture Notes in Computer Science (LNCS) series, Volume 12814, pp. 175-184, publication dirigée par Bentahar Jamal, Awan Irfan, Younas Muhammad et Gronli Tor-Morten, Springer Nature Switzerland AG, Virtual (Online), août 2021.
- Nathan Aky, Sylvain Giroux, Denis Payet et Rémy Courdier — *Modèle générique inclusif de système ambiant dédié à l'assistance basé sur le paradigme multi-agent*, Journées Francophones Systèmes Multi-Agents (JFSMA'21) - Acceptation Rate 54%, 10 pages, to be published in July 2021, publication dirigée par Jean-Paul Jamont, Cepadues, Rouen, France, oct. 5-7, 2021.

Below the publications, there are links to other databases: STIMAGO, SCOPUS, DORA (En), and DORA (Fr). To the right of the publications, there are three thumbnail images of journal covers:

- Revue d'intelligence artificielle**: A blue-themed cover with a grid pattern.
- Des modèles théoriques aux applications multi-agents**: A white cover with a blue banner at the bottom.
- JFSMA 14 SYSTÈMES MULTI-AGENTS**: A white cover with a red banner at the top.

At the bottom right, there is a sidebar for a "Special Issue" on "Agent-Based Modelling of City Systems". It includes a QR code, a call for papers, and contact information for Dr. Koen H. van Dam.