

Systèmes **C**ollectifs **A**daptatifs

et

Systèmes **M**ulti-**A**gents

— ~ —

Partie 3 – Multi-Agent Based Simulation

— ~ —



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



Partie 3 - V2.0 © 2024 Rémy COURDIER - Tous droits réservés 2

2

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

Partie 3 - V2.0 © 2024 Rémy COURDIER - Tous droits réservés 3

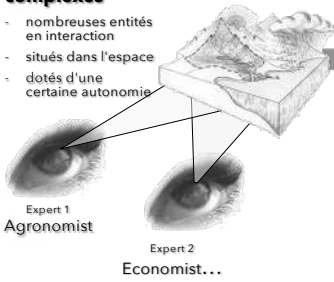
3

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...

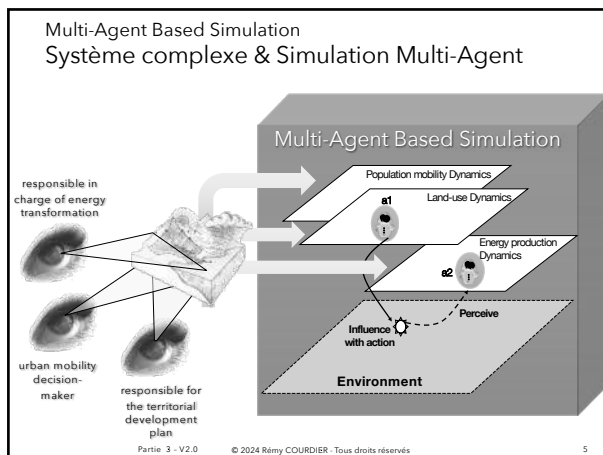
Formalismes multiples

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

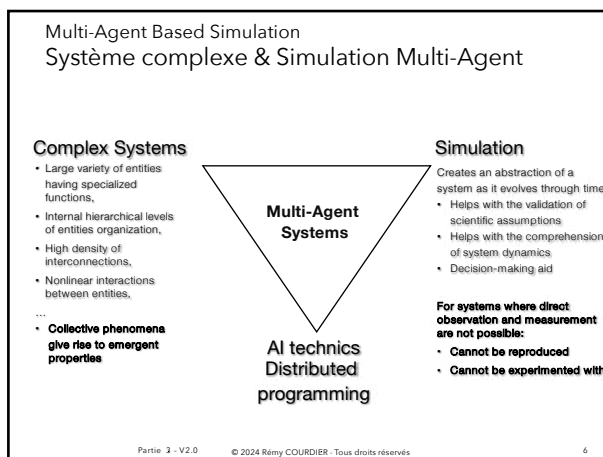


Partie 3 - V2.0 © 2024 Rémy COURDIER - Tous droits réservés 4

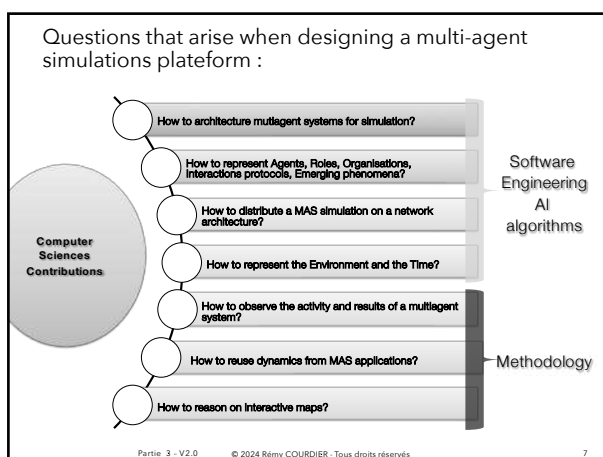
4



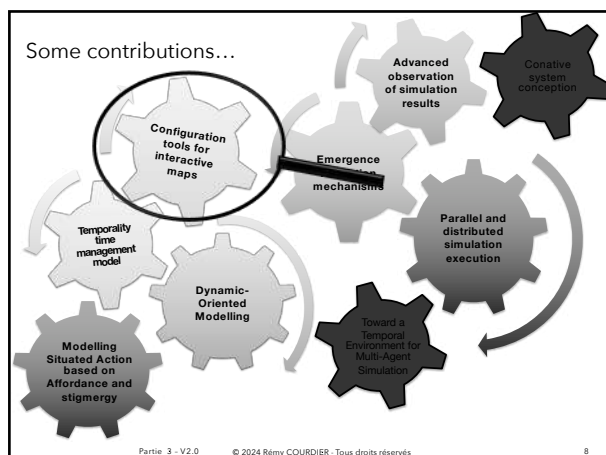
5



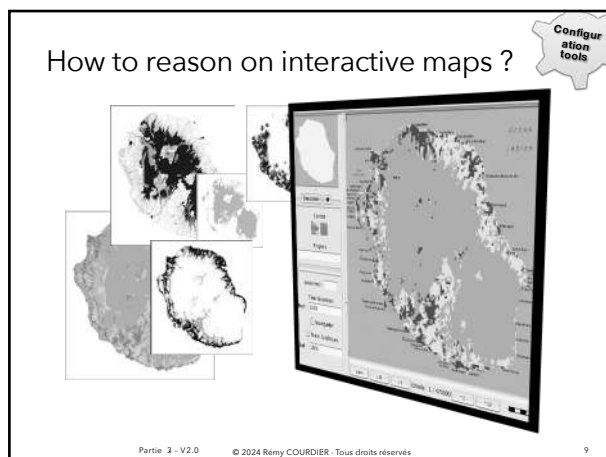
6



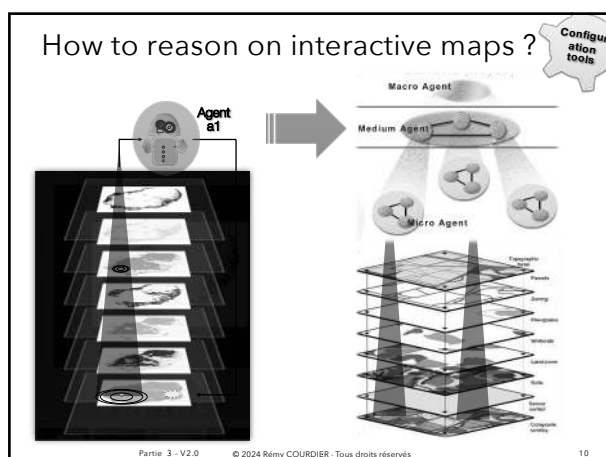
7



8



9



10

How to define the environment?

```

<!-- Ajout de l'environnement spatial -->
<addEnvironment name="FunctionField"
  definition="toridrone" />
<!-- Configuration de cet environnement -->
<configureEnvironment environment="toridrone">
  <multivalues>
    <champ name="request"
      value="size" />
    <champ name="val"
      value="initVal" />
    <champ name="columns"
      value="NbColumns" />
  </multivalues>
</configureEnvironment>

```

**XELOG: eXtensible
Editing Language
Of Configuration**

to facilitate
complex systems
environment
configuration
edition and reuse

Configuration tools

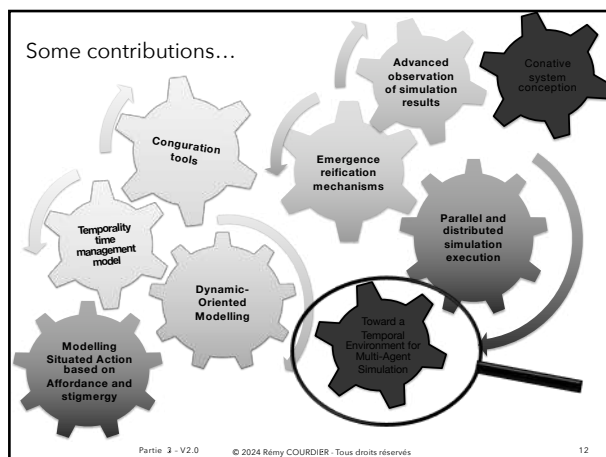
Agents Level

Environment Level

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

Partie 3 - V2.0 © 2024 Rémy COURDIER - Tous droits réservés 11

11



12

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

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

-> **Temps événementiel (Event-driven simulation)**

Temporality time management model

Partie 3 - V2.0 © 2024 Rémy COURDIER - Tous droits réservés 13

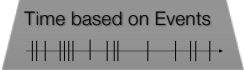
13

How to define the time?

Temporality time management model

- 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**

Partie 3 - V2.0

© 2024 Rémy COURDIER - Tous droits réservés

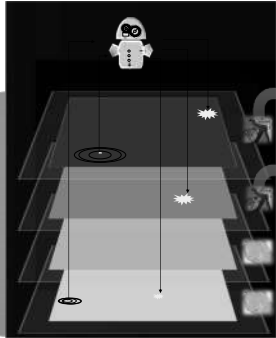
14

14

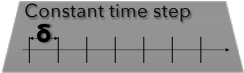
How to define the time?

Temporality time management model

Environment Level

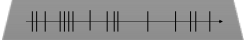


Constant time step



δ

Time based on Events



Les systèmes multi-agents sont particulièrement adaptés à la simulation des systèmes socio-techniques spatio-temporels.

L'environnement représente une dimension spatiale partagée par les agents où la représentation du temps n'est pas prise en compte.

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

Partie 3 - V2.0

© 2024 Rémy COURDIER - Tous droits réservés

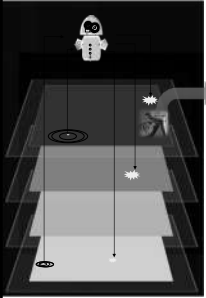
15

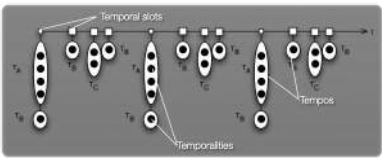
15

Research orientation

The temporality model

Temporality time management model





Temporal slots

Tempos

Temporalities

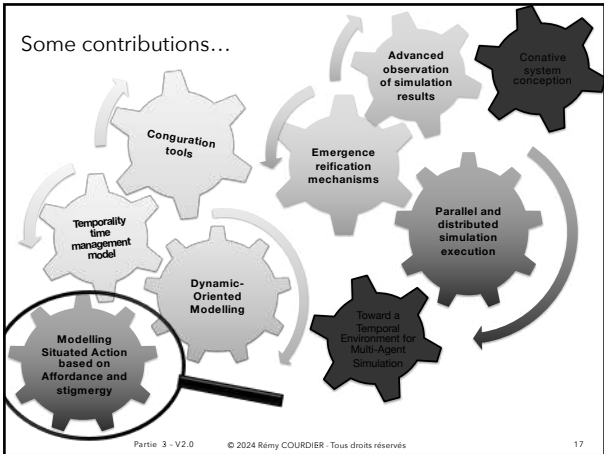
- Temporalité : structure temporelle décrivant le déclenchement du comportement d'un agent.
- Slot temporel : point de l'axe temporel sur lequel l'ordonnanceur déclenche une temporalité.
- Tempo : structure regroupant des temporalités partageant une même période et un slot temporel.

Partie 3 - V2.0

© 2024 Rémy COURDIER - Tous droits réservés

16

16



17

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, créant ainsi la situation à laquelle il participe.
- 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

Partie 3 - V2.0 © 2024 Rémy COURDIER - Tous droits réservés 18

18

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

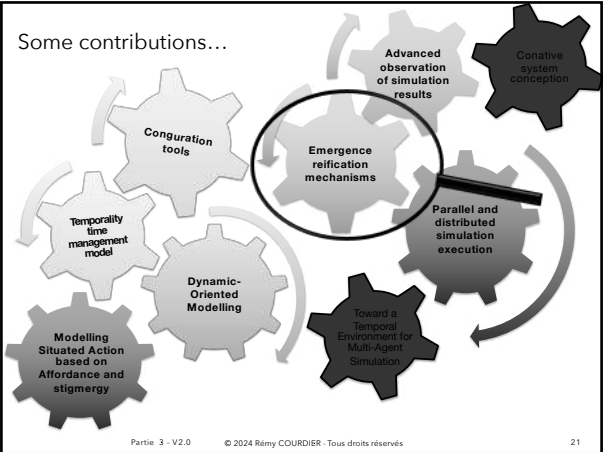
Ensemble des possibilités d'action offertes à l'acteur par les objets situés dans son environnement.

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

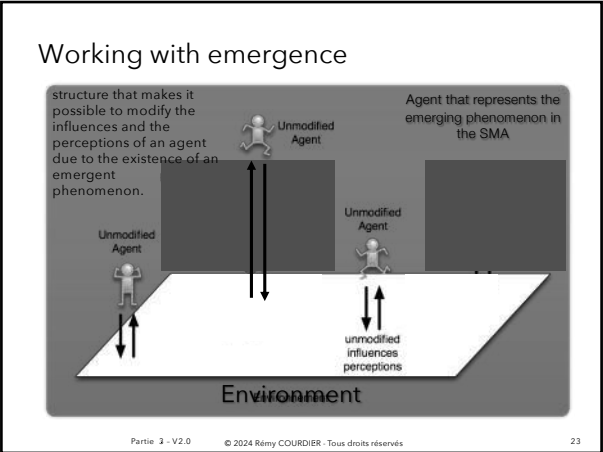
[Turvey, 1992] L'affordance se réalise si un acteur possède une capacité d'action qui complète celle de l'objet de l'environnement.

Partie 3 - V2.0 © 2024 Rémy COURDIER - Tous droits réservés 19

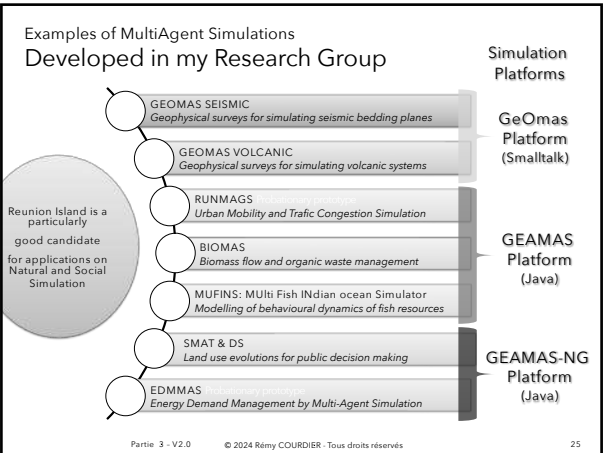
19



21



23



25

Examples of MultiAgent Simulations
Developed in my Research Group

Applications using other simulation platforms

TURTLES are the TURTLES
Evolution of a green turtles population on several generations in the South-West Indian Ocean (Marine Turtle Observatory KOLONIA)

NetLogo

Northwestern University, Evanston, IL

SEIEMAS: Stakeholders Interactions in Environmental Governance by a Multi-Agent System (Madagascar/Reunion)

AnyLogic 6

XJ Technologies

Modeling human activities in farming systems based on the situated action theory (CIRAD)

repat

University of Chicago

PoVeBA: A Multi-agent Decision-Making Support Tool for Urban Organic Waste Management (CIRAD)

SmartCityModel: Smart City/Smart Island: Simulation and Modeling of the Mobility Flow in Individual and Collective Transport Generated by Human Activity in a Territory (Imperial College London)

Partie 3 - V2.0

© 2024 Rémy COURDIER - Tous droits réservés

26

26

27

Smart cities and smart islands



Imperial College London



Partie 3 - V2.0

© 2024 Rémy COURDIER - Tous droits réservés

28

28

8

SkudadCityModel



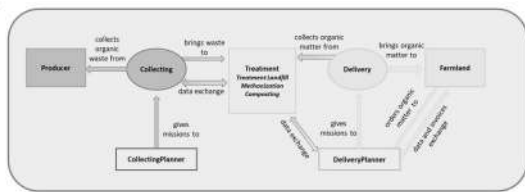
Partie 3 - V2.0 © 2024 Rémy COURDIER - Tous droits réservés 29

Data layer configuration

- Vehicle counters setting
- Road obstruction management
- Traffic light managment
- ...

29

Potentiel de Valorisation des Biodéchets en Agriculture PoVaBia

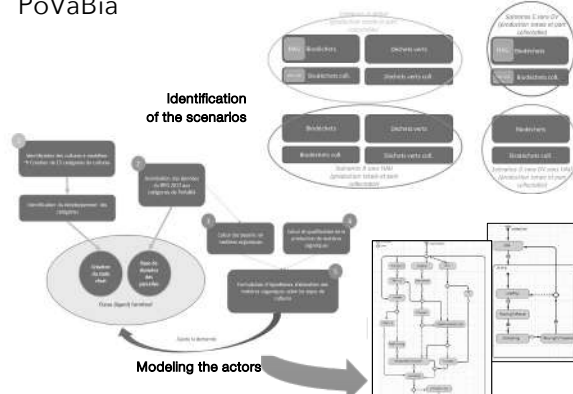


Partie 3 - V2.0 © 2024 Rémy COURDIER - Tous droits réservés 34

- 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 gaz emissions of the scenarios

34

Potentiel de Valorisation des Biodéchets en Agriculture PoVaBia

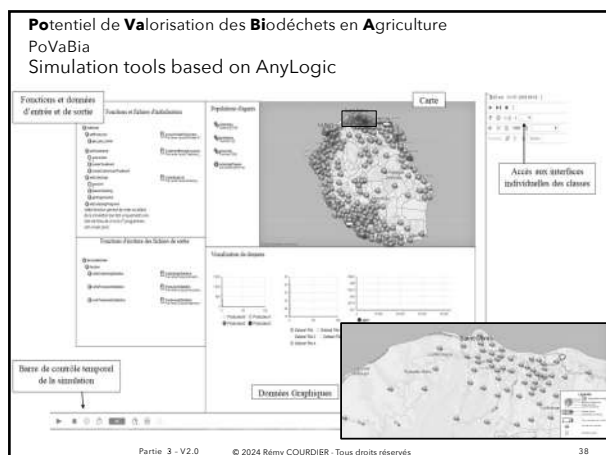


Partie 3 - V2.0 © 2024 Rémy COURDIER - Tous droits réservés 35

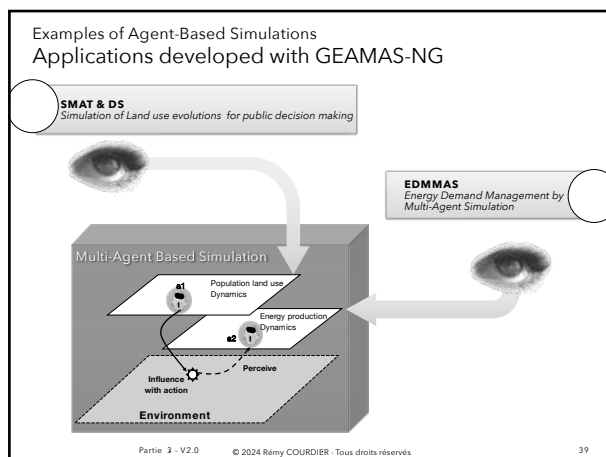
Identification of the scenarios

Modeling the actors

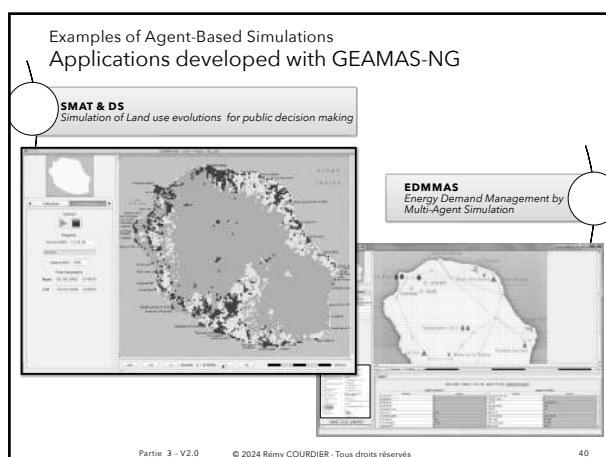
35



38



39



40

Research & publication...