

FUTURAMA

16 mai 2011

Conceptualisation de l'émergence

Dynamiques microscopiques et analyse macroscopique des SMA

Robin Lamarche-Perrin

Laboratoire d'Informatique de Grenoble

Équipes MAGMA & MESCAL

Université de Grenoble

1. Futur des SMA et émergence

1^{re} partie

**Puzzle philosophique
de l'émergence**



2^{de} partie

**Puzzle méthodologique
des SMA**

Les phénomènes émergents sont

constitués de
processus sous-jacents ;

différents de
la somme de ces processus.

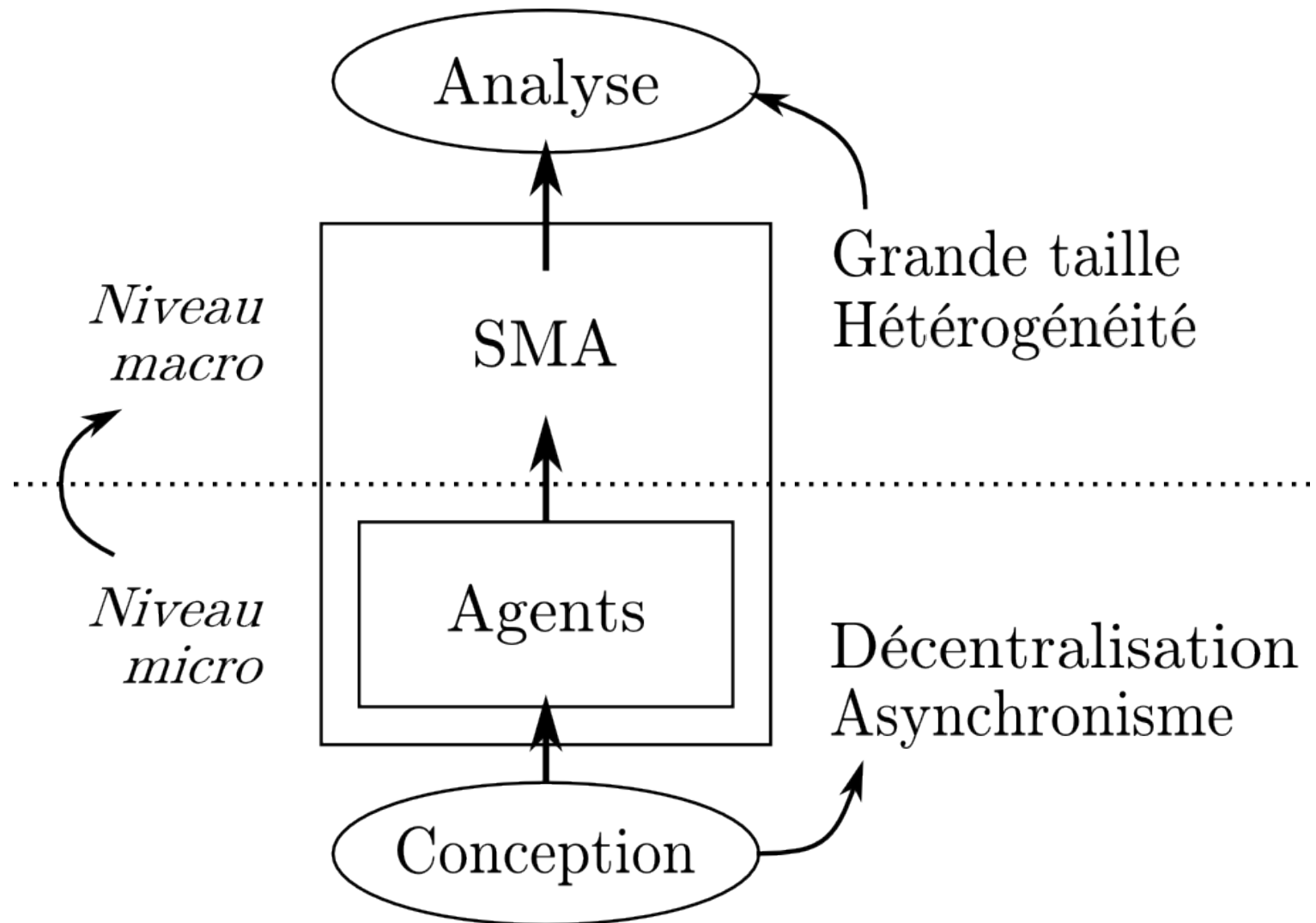
Les SMA sont

constitués de
d'agents microscopiques ;

différents de
la somme de ces agents.

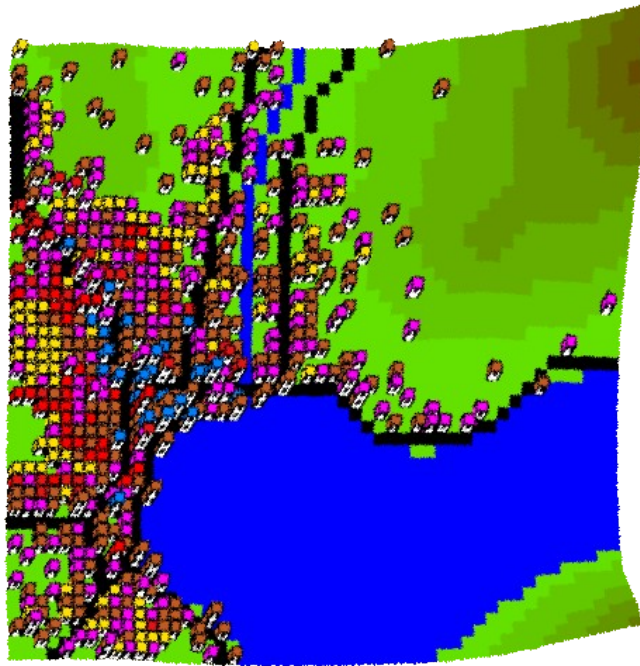
M. Bedau, « Weak Emergence », *Philosophical Perspectives*, vol. 11, pp. 379–399, 1997.

Conception et analyse des SMA

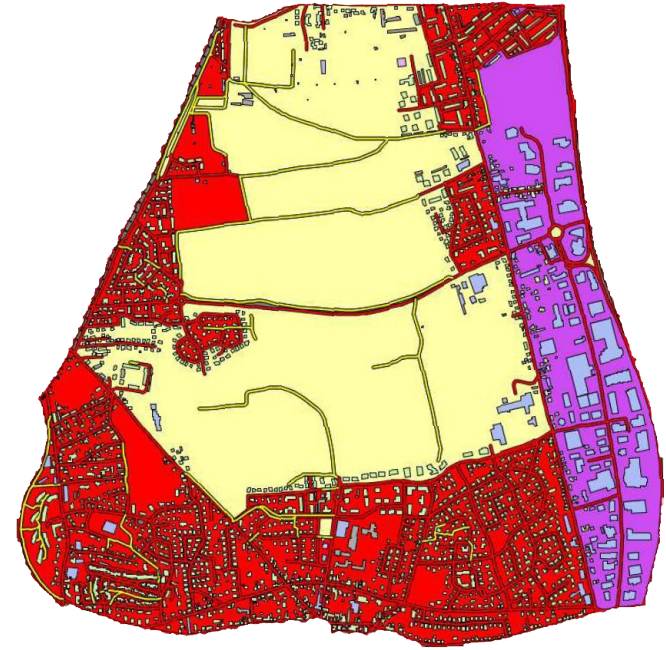


Exemples

Simulations multi-agents

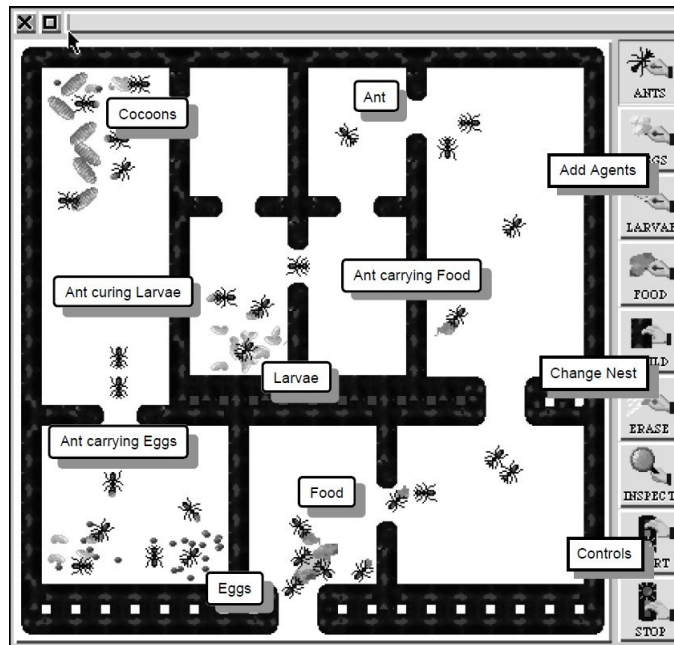


Perret *et al.*, GeOpenSim, ECCS, 2010.

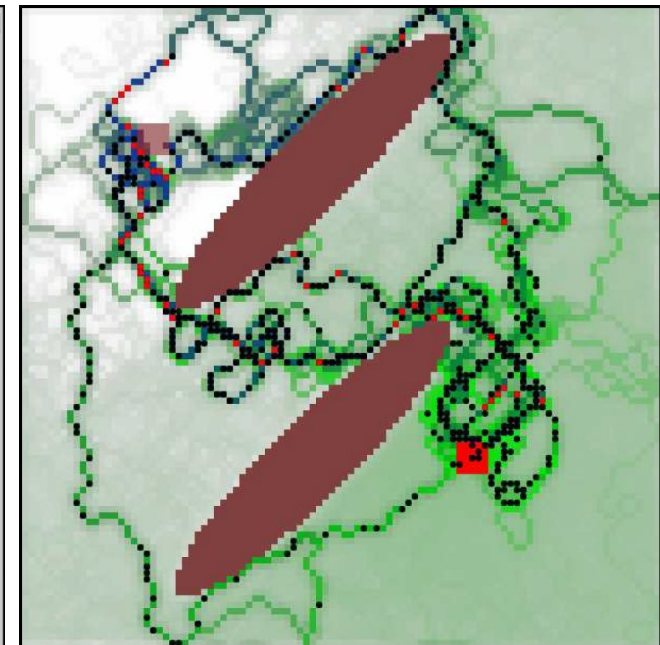


Semboloni *et al.*, CitiDev, CAUS 28, 2004.

Résolution de problèmes distribués



Drogoul *et al.*, MANTA, ASocieties, 1995.



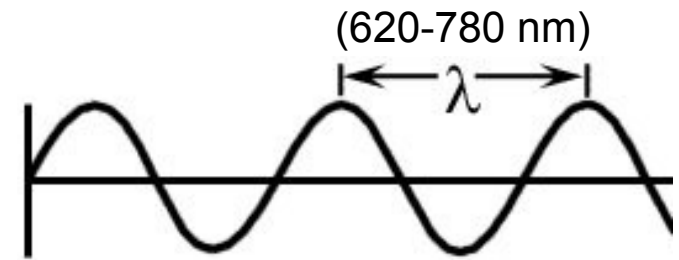
Panait & Luke, MASON, ALife 9, 2003.

2. Enjeux philosophiques de l'émergence

Distinction philosophique

- ♦ Ontologie

- ♦ ὄντος (ontos) : « ce qui est »
- ♦ Est ontologique tout ce qui se réfère à la réalité effective des choses.



Définition objective

- ♦ Épistémologie

- ♦ ἐπιστήμη (epistêmê) : « la connaissance »
- ♦ Est épistémique tout ce qui se réfère à la connaissance que l'on a des choses.



Y. Xu, *Sans-titre II*, 1994.

Origines philosophiques

- ♦ Question fondamentale de la *réduction*
- ♦ Deux positions ontologiques :
le *dualisme* et le *monisme*
- ♦ Une illustration en biologie :
le *vitalisme* et le *mécanisme*

Article d'encyclopédie :

T. O'Connor & H.Y. Wong. « Emergent Properties », *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, 2006.

Le Problème

Ontologie

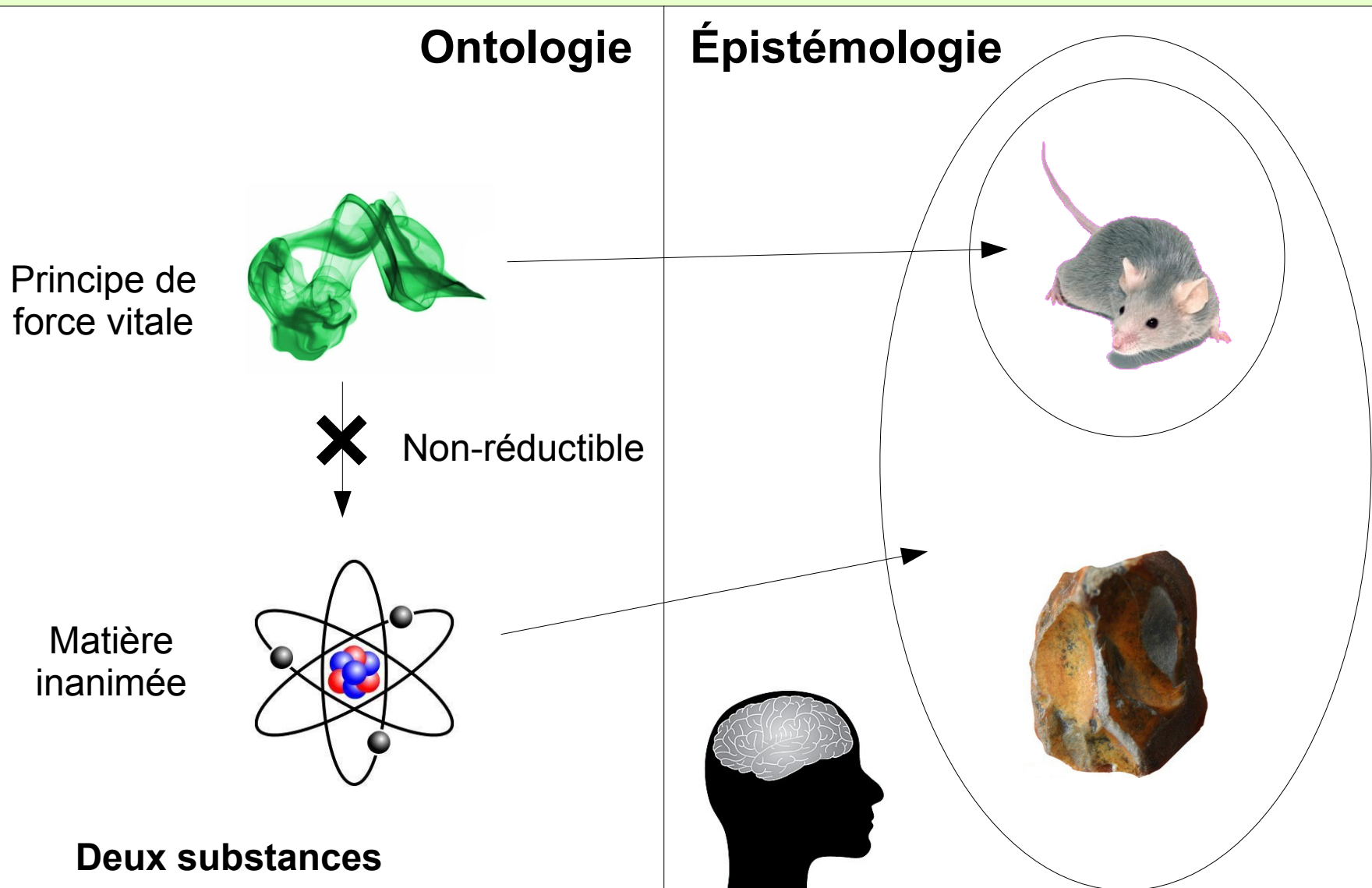
Épistémologie



Deux phénomènes

Le Dualisme (vitalisme)

[Platon, Descartes, Varela]

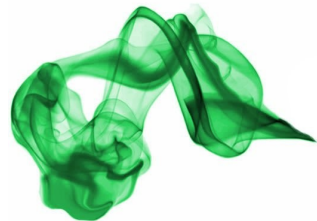


Le Dualisme (vitalisme)

[Platon, Descartes, Varela]

Ontologie

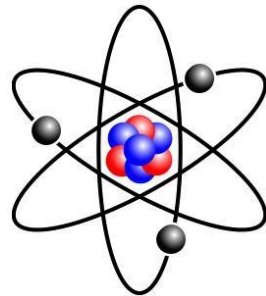
Principe de
force vitale



Non-réductible



Matière
inanimée



Deux substances

- ♦ **Ontologiquement coûteux**

- ♦ Unité du réel
- ♦ Rasoir d'Ockham

M. Kistler, « La Réduction, l'émergence, l'unité de la science et les niveaux de réalité », *Matière première*, vol. 2, pp. 67–97, 2007.

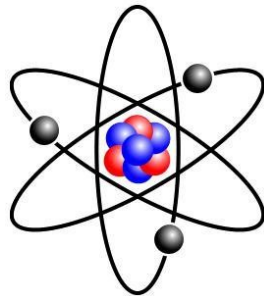
Le Monisme (mécanisme)

[Démocrite, Leibniz, Russell]

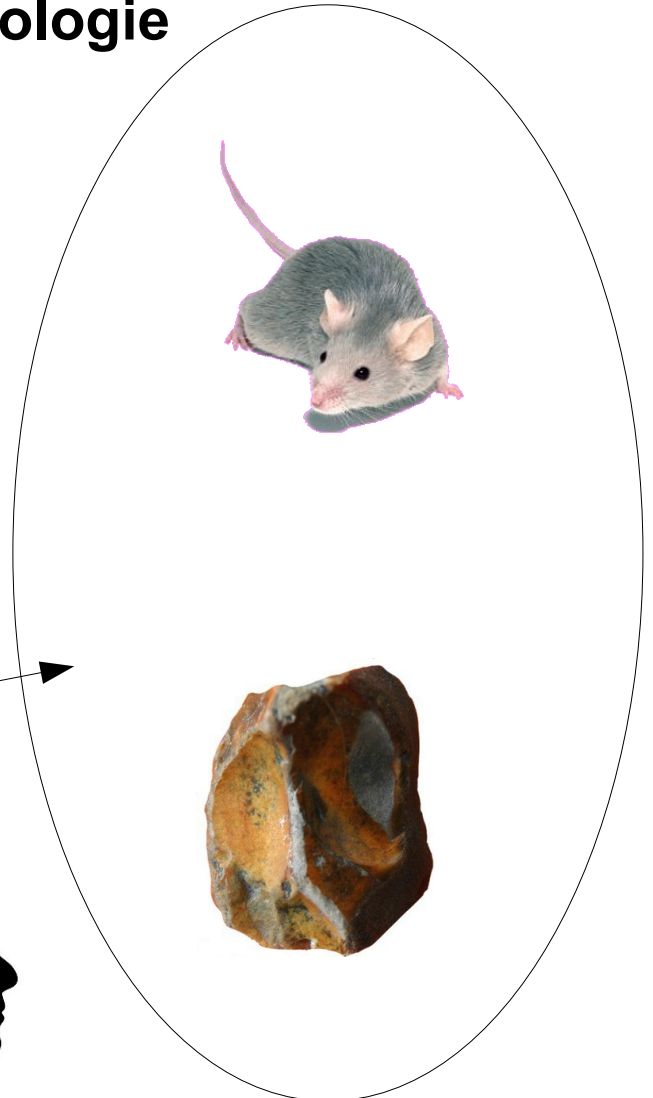
Ontologie

Épistémologie

Matière
inanimée



Une substance



Le Monisme (mécanisme)

[Démocrite, Leibniz, Russell]

- ♦ Épistémologiquement faible

- ♦ Réduction
- ♦ Élimination !

M. Kistler, « La Réduction, l'émergence, l'unité de la science et les niveaux de réalité », *Matière première*, vol. 2, pp. 67–97, 2007.

Épistémologie



L'Émergentisme

- ♦ Philosophie britannique, fin XIX^e / début XX^e
- ♦ « *A layered view of nature* »
- ♦ Entre le dualisme et le monisme, comment concevoir un *monisme non-éliminatif* ?

T. O'Connor & H.Y. Wong. « Emergent Properties », *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, 2006.

Deux formes d'émergence

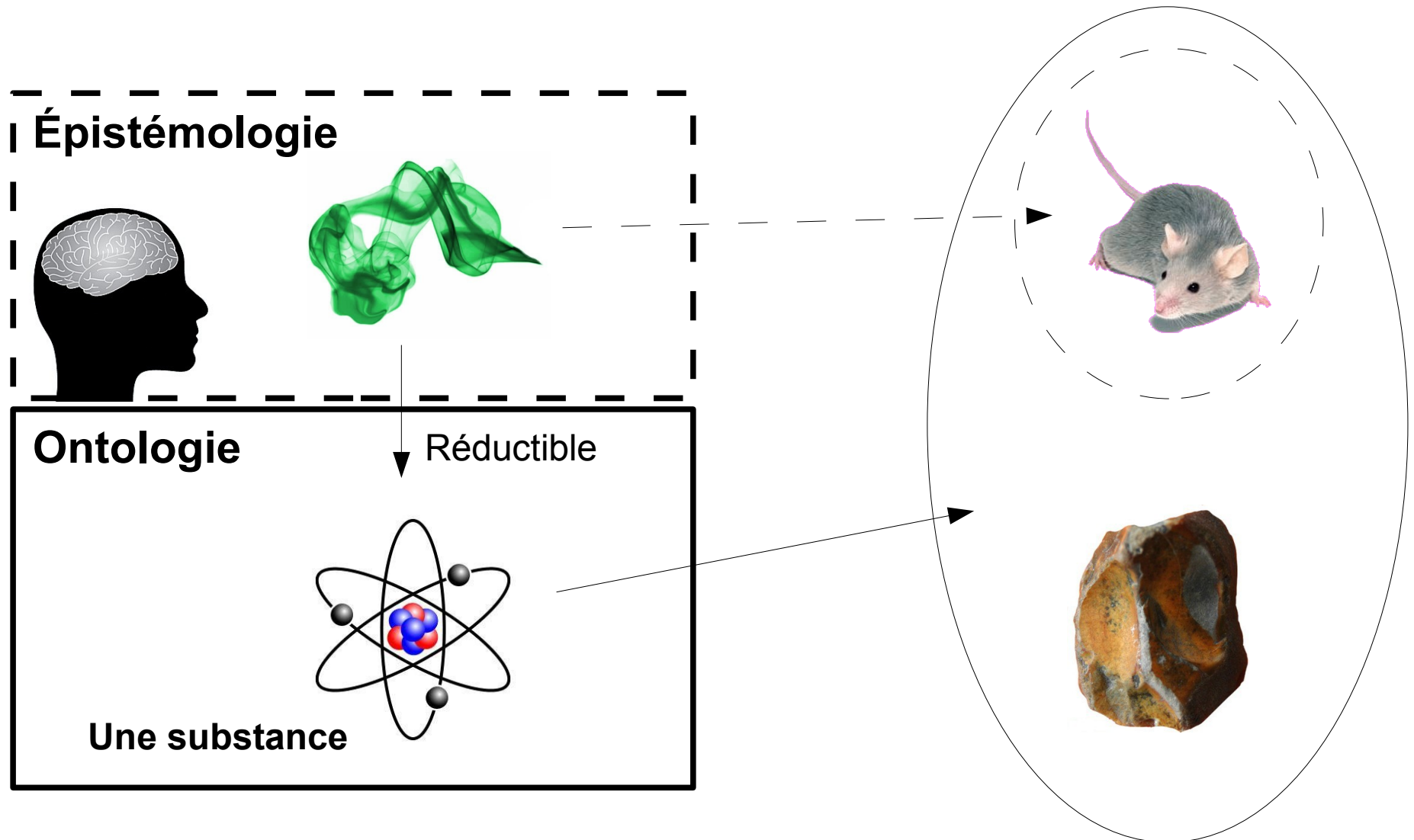
- ♦ Émergence *ontologique* [Kim, 1999]
 - ♦ Retour au dualisme ?
- ♦ Émergence *épistémique*
 - ♦ Non-éliminative et compatible avec le monisme !
 - ♦ Proche de l'émergence *faible* [Bedau, 1997][Chalmers, 2006]

J. Kim, « Making Sense of Emergence », *Philosophical Studies*, vol. 95, pp. 3–36, 1999.

M. Bedau, « Weak Emergence », *Philosophical Perspectives*, vol. 11, pp. 379–399, 1997.

D.J. Chalmers, « Strong and Weak Emergence », *The Re-emergence of Emergence*, 2006.

Émergence épistémique



**Puzzle philosophique
de l'émergence**

**Émergence
épistémique**



Les phénomènes émergents sont

constitués de
processus sous-jacents ;

Monisme
Il n'y a qu'une substance



différents de
la somme de ces processus.

Non-éliminativisme
Il y a plusieurs manières
d'en rendre compte



M. Bedau, « Weak Emergence », *Philosophical Perspectives*, vol. 11, pp. 379–399, 1997.

3. Enjeux méthodologiques des SMA

Émergence et SMA

- ♦ Des engagements ontologiques...
...vers des exigences méthodologiques
- ♦ Analogie :
 - ♦ **Ontologie** → **Conception** des SMA
 - ♦ **Épistémologie** → **Analyse** des SMA
- ♦ Deux exigences pour les **SMA de grande taille** :
 - ♦ le *monisme microscopique* ;
 - ♦ le *non-éliminativisme*.

Le Dualisme

(conception macroscopique)

- ♦ Conceptualisations faisant intervenir des entités macroscopiques au niveau de la conception.
- ♦ Exemples
 - ♦ SMA à « tableaux noirs » [Sawyer, 2001]
 - ♦ SMA multi-modèles [Gil-Quijano *et al.*, 2010]

R.K. Sawyer, « Simulating Emergence and Downward Causation in Small Groups », *Multi-Agent-Based Simulation*, vol. 1979, pp. 49–67, 2001.

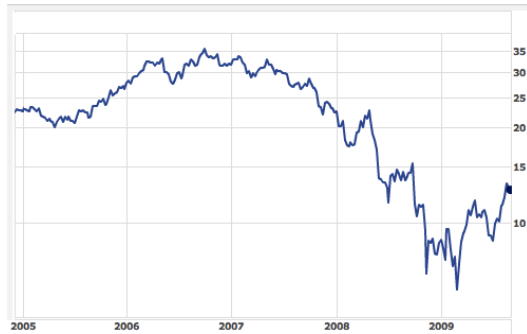
J. Gil-Quijano, G. Hutzler & T. Louail, « Accroche-toi au niveau, j'enlève l'échelle. Eléments d'analyse des aspects multiniveaux dans la simulation à base d'agents », *Revue d'Intelligence Artificielle*, vol. 24, pp. 625–648, 2010.

Le Dualisme

(causalité descendante)

Conception

Analyse



Marché
immobilier

Niveau macro

Niveau micro

*Causalité
descendante*



Dynamique
des individus

Le Monisme microscopique

(émergence épistémique)

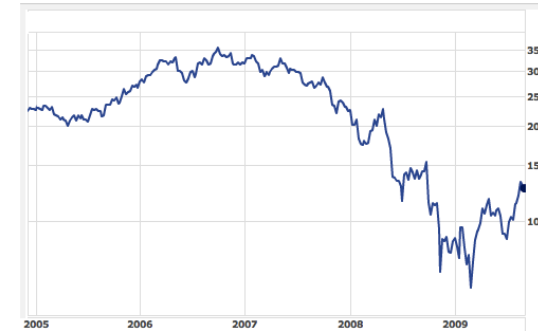
- ♦ Les SMA sont conçus uniquement au niveau microscopique. (décentralisation et asynchronisme)
- ♦ Exemple
 - ♦ Émergence par auto-organisation

G. Picard, *Méthodologie de développement de SMA adaptatifs en conception de logiciels à fonctionnalité émergente*, Thèse de l'Université Paul Sabatier de Toulouse III, 2004.

Le Monisme microscopique (épiphénoménisme)

Conception

Analyse



Marché
immobilier

→ Épiphénomène

Niveau macro

Niveau micro



Dynamique
des individus

S. Forrest, « Emergent Computation », *Physica D*, vol. 42, pp. 1–11, 1990.

F. Jackson, « Epiphenomenal Qualia », *Philosophical Quarterly*, vol. 32, 1982.

Le Monisme éliminatif

(analyse microscopique)

- ♦ Conceptualisations se limitant à une analyse des propriétés microscopiques.
- ♦ Exemples
 - ♦ Émergence liée à des qualités computationnelles intrinsèques au système

V. Darley, « Emergent Phenomena and Complexity », *Artificial Life*, vol. 4, pp. 411–416, 1994.

M. Bedau, « Weak Emergence », *Philosophical Perspectives*, vol. 11, pp. 379–399, 1997.

M. Bedau, « Is Weak Emergence Just in the Mind? », *Minds and Machines*, vol. 18, pp. 443–459, 2008.

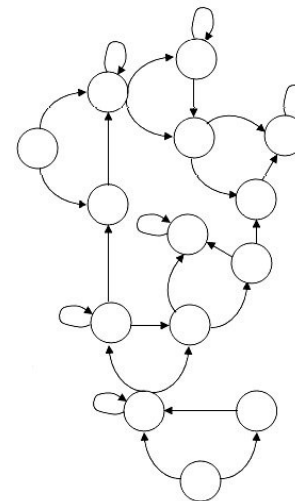
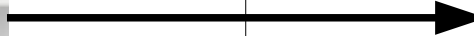
Émergence objective

Conception

Analyse

Niveau macro

Niveau micro



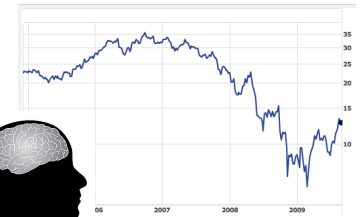
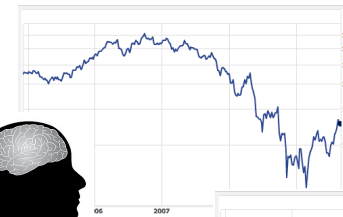
Description
microscopique
unique

Émergences subjectives

Conception

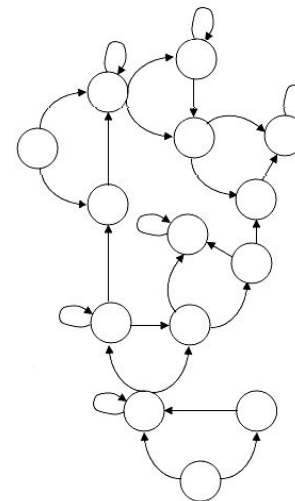
Analyse

Descriptions
macroscopiques
multiples



Niveau macro

Niveau micro



Description
microscopique
unique

Le Non-éliminativisme

(émergence épistémique)

- ♦ L'analyse des SMA fait également intervenir un niveau macroscopique. (taille et complexité)
- ♦ Exemple
 - ♦ Émergence par saut de complexité dans des hiérarchies de détecteurs

Le Non-éliminativisme (pragmatisme)

- ♦ *Faire-émerger* des phénomènes utiles
- ♦ Évaluer les phénomènes en fonction de leurs retombées pratiques
 - ♦ Vis-à-vis du contexte de l'analyse
 - ♦ Vis-à-vis des objectifs scientifiques fixés

G. van de Vijver, « Émergence et explication », *Intellectica*, vol. 25, n°2, pp. 7–23, 1997.

F.J. Varela, E. Thompson & E. Rosch, *The Embodied Mind: Cognitive Science and Human Experience*, MIT Press: Cambridge, MA, 1991.

4. Synthèse et perspectives

**Puzzle méthodologique
des SMA**

**Émergence
épistémique
appliquée**



Les SMA sont

constitués de
d'agents microscopiques ;

Monisme micro
Conception microscopique



différents de
la somme de ces agents.

Non-éliminativisme
Analyse macroscopique



Intérêts pratiques

- ♦ Simulation multi-agents : **émuler l'émergence**, et non seulement la simuler
- ♦ Résolution de problèmes distribués : observer, comprendre et **optimiser le système**

Merci pour votre attention

Perspectives

Puzzle philosophique de l'émergence



Puzzle méthodologique des SMA

Perspectives conceptuelles

- Affirmation de la notion d'émergence épistémique en philosophie
- Formalisation de la notion
- Généralisation de [Bonabeau et Dessalles, 1997]

É. Bonabeau et J.-L. Dessalles, « Detection and Emergence », *Intellectica*, vol. 25, n°2, pp. 85–94, 1997.

Perspectives méthodologiques

- Conception d'outils d'émergence et d'abstraction
- Passage à l'échelle de la méthode par *observation macroscopique*

Perspectives applicatives

- Systèmes d'Information Géographiques
- Informations médiatiques (AFP)

