

# Le modèle IRM4S : utilisation du principe Influence/Réaction pour la simulation de systèmes multi-agents

Fabien MICHEL

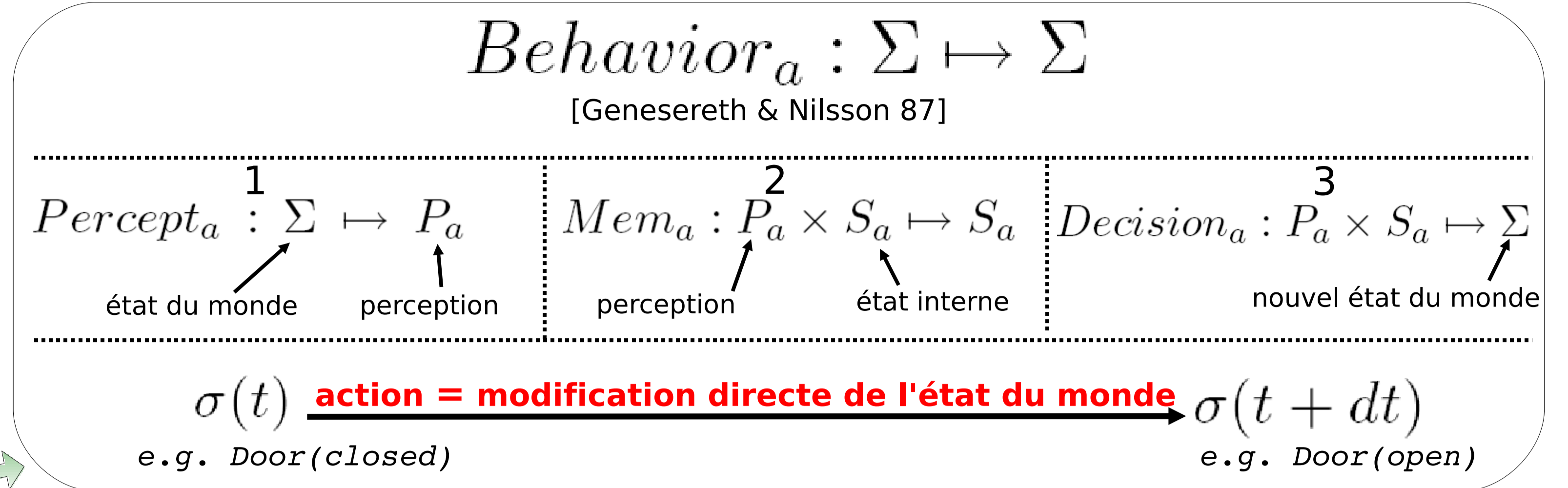
CRESTIC/LERI, Université de Reims, Rue des crayères BP 1035, 51 687 Reims CEDEX 2 France  
fabien.michel@univ-reims.fr

## 1. Objectif

Le modèle IRM4S (*Influence Reaction Model for Simulation*) est une adaptation, pour la simulation de systèmes multi-agents (MABS) du formalisme proposé par Ferber et Müller en 1996. Le but d'IRM4S est de fournir un cadre formel qui facilite l'utilisation du principe Influence/Reaction dans les simulations multi-agents.

## 2. Motivations

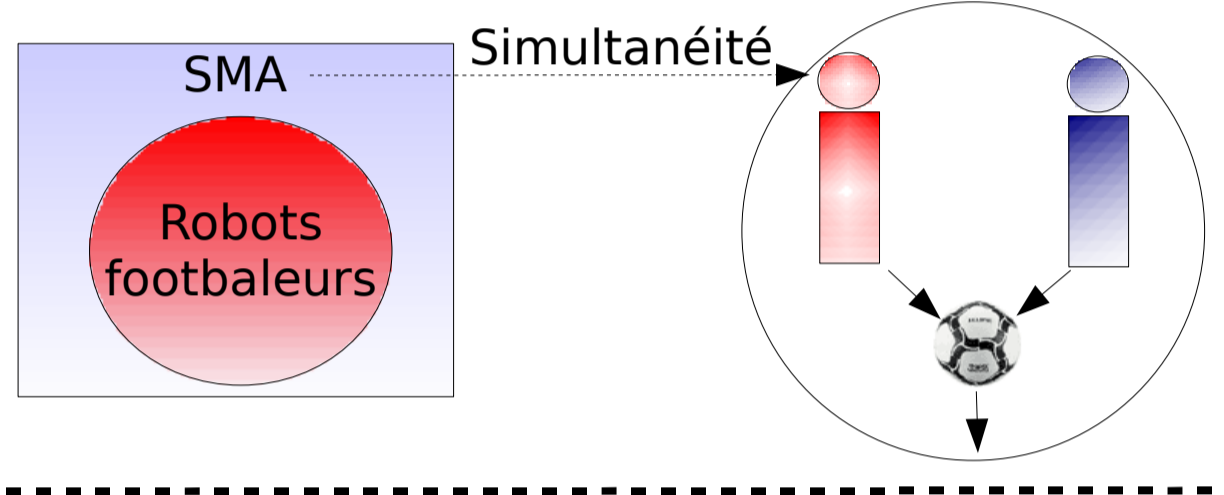
Dans les MABS, l'action d'un agent est très souvent modélisée comme la modification directe de l'environnement. Une telle modélisation soulève de nombreux problèmes dans les MABS, à la fois au niveau conceptuel et au niveau de l'implémentation.



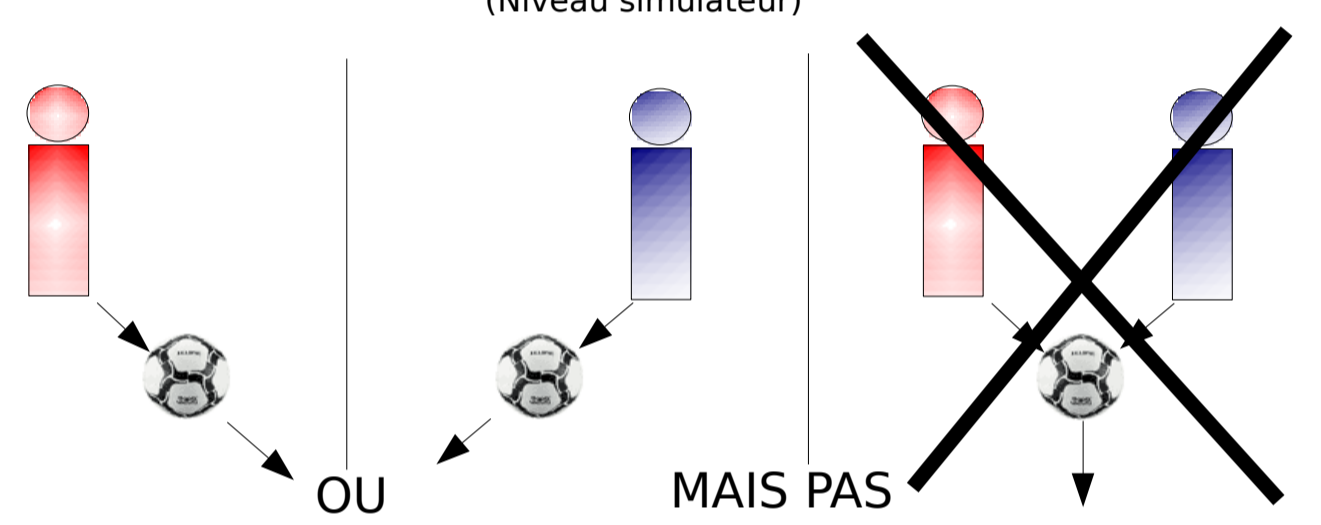
**Une telle modélisation ne fait aucun lien entre le niveau MICRO et le niveau MACRO !**

### Problème 1 Modélisation de la simultanéité

CE QU'ON VEUT MODELISER (Niveau conceptuel)

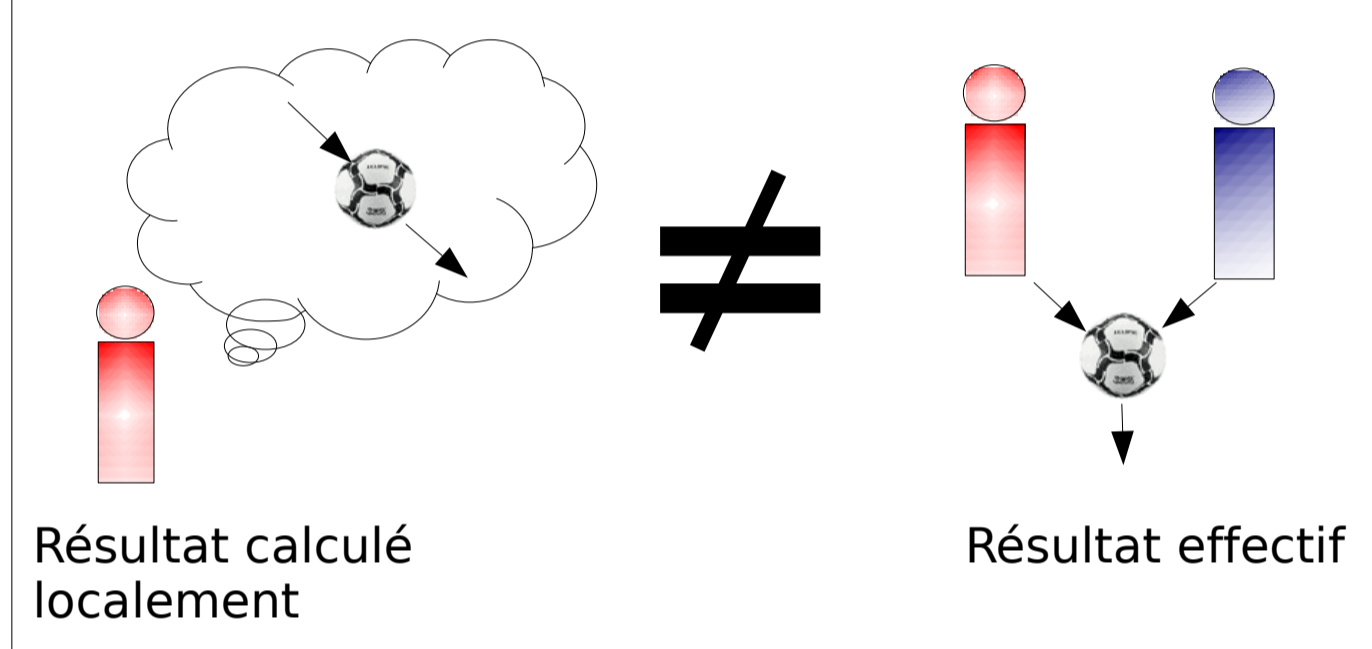


CE QU'ON IMPLEMENTE (Niveau simulateur)



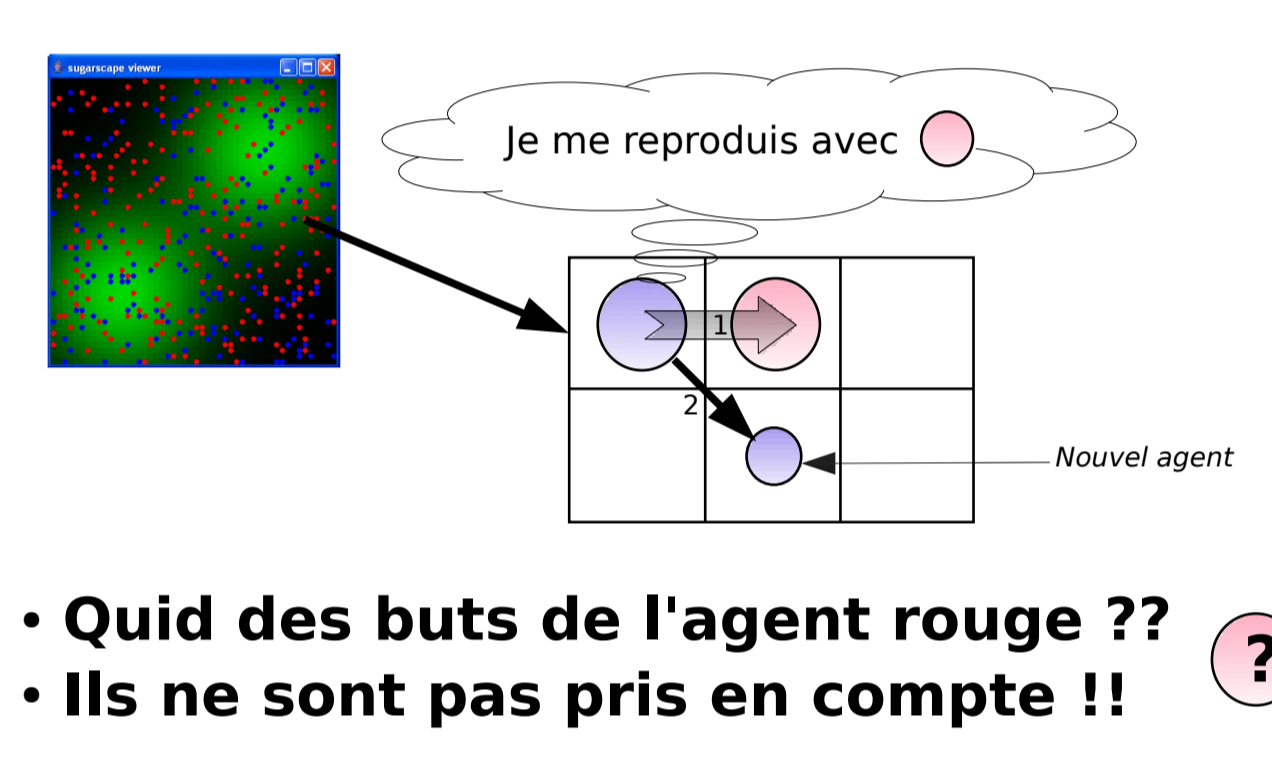
### Problème 2 Prise en compte de la dynamique de l'environnement

- Modifier directement l'environnement ne facilite pas la prise en compte des **incertitudes** qui sont dues aux dynamiques environnementales.
- Le résultat de l'action d'un agent n'a en fait pas de lien direct avec ce que souhaite l'agent : un agent ne peut maîtriser la dynamique du système dans son ensemble, notamment les actions des **autres agents** !



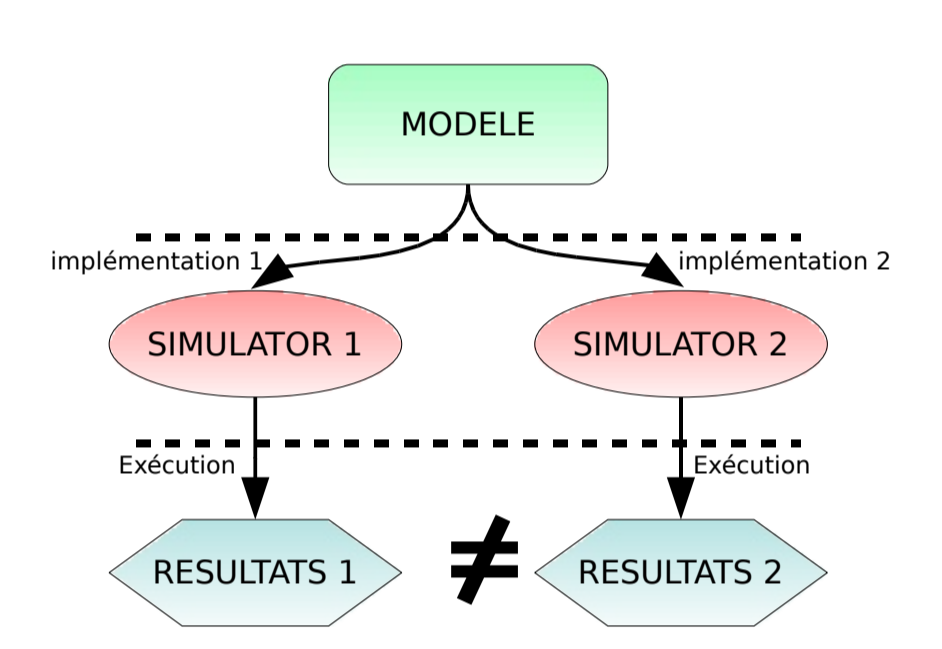
### Problème 3 Perte de l'autonomie

- De nombreuses interactions sont implémentées en faisant agir un agent **directement** sur la **structure interne d'un autre**, pour modéliser le résultat de l'interaction, annihilant ainsi l'autonomie décisionnelle de l'agent visé.
- Exemple : (SUGARSCAPE [Epstein & Axtell 96, Lawson & Park 00]) : Un seul agent décide du comportement des deux agents impliqués dans une interaction de reproduction.



### Problème 4 Le problème de la divergence implémentatoire

- Dans le contexte de la **modélisation** et de la **simulation** d'un système, **il est crucial que les résultats** obtenus à partir des spécifications du modèle **ne dépendent pas de l'implémentation**.
- Un modèle utilisant la représentation de l'action précédente est très sensible à la manière dont il est implémenté, ce qui peut engendrer le **phénomène de divergence implémentatoire** [Michel 04] :

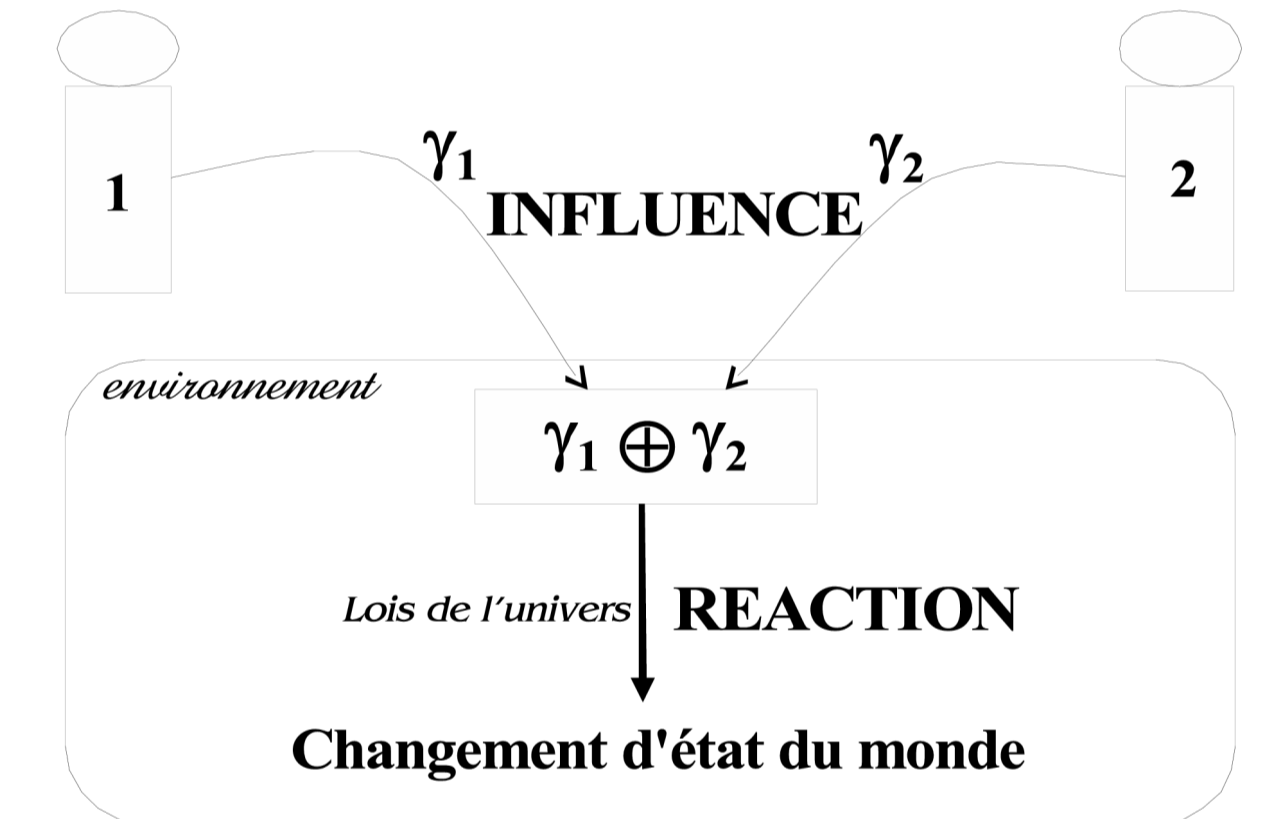


## 3. Le principe Influence/Réaction [Ferber & Müller 96]

Ferber et Müller ont raffiné le modèle de [Ferber 95] et proposé un modèle de l'action original qui constitue une solution au problème de la modélisation des actions simultanées.

### Deux notions fondamentales:

- Les **Influences** produites par les agents ne modifient pas directement l'environnement
- La **Réaction** combine les influences pour calculer le résultat effectif sur l'environnement



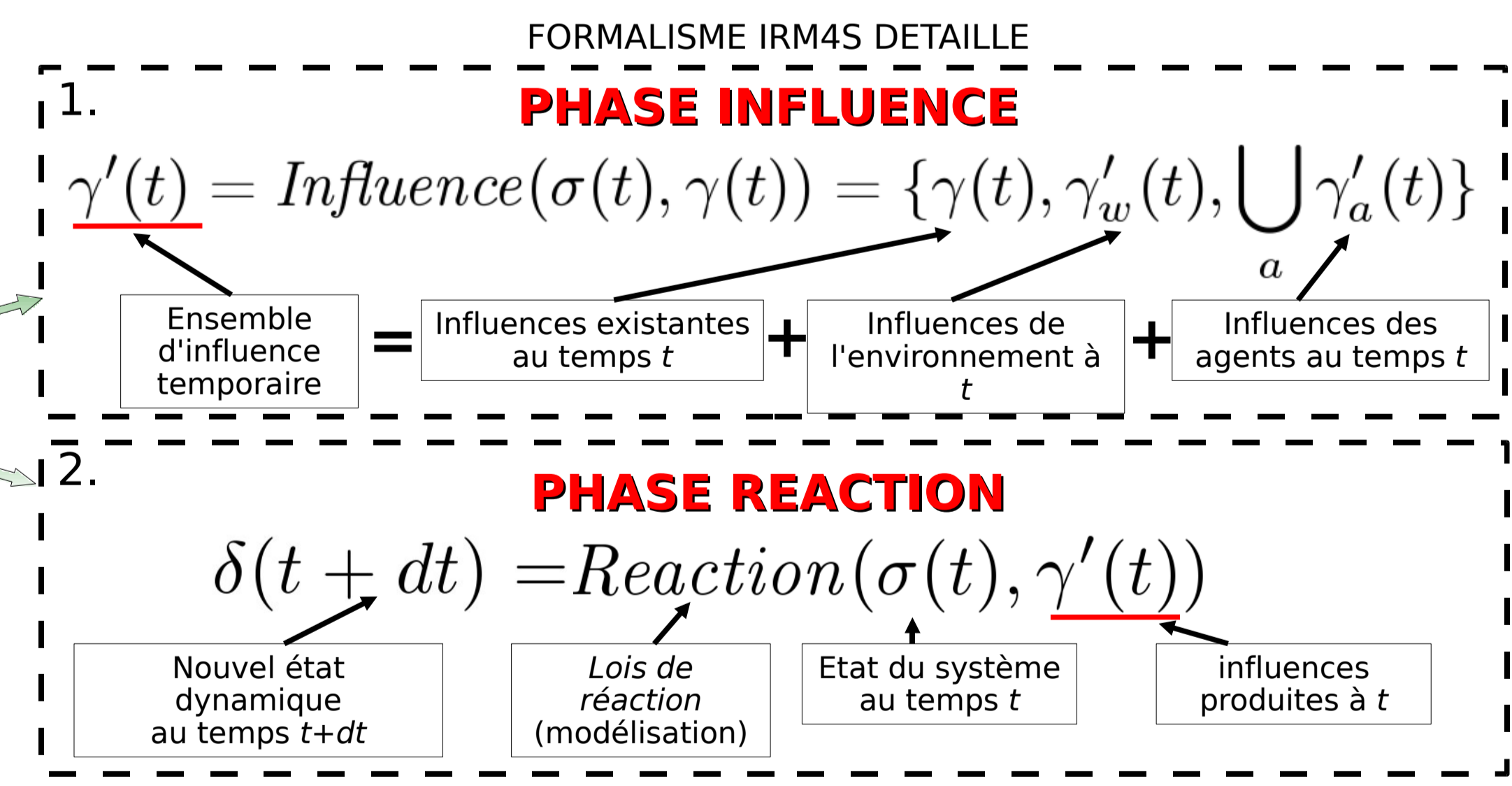
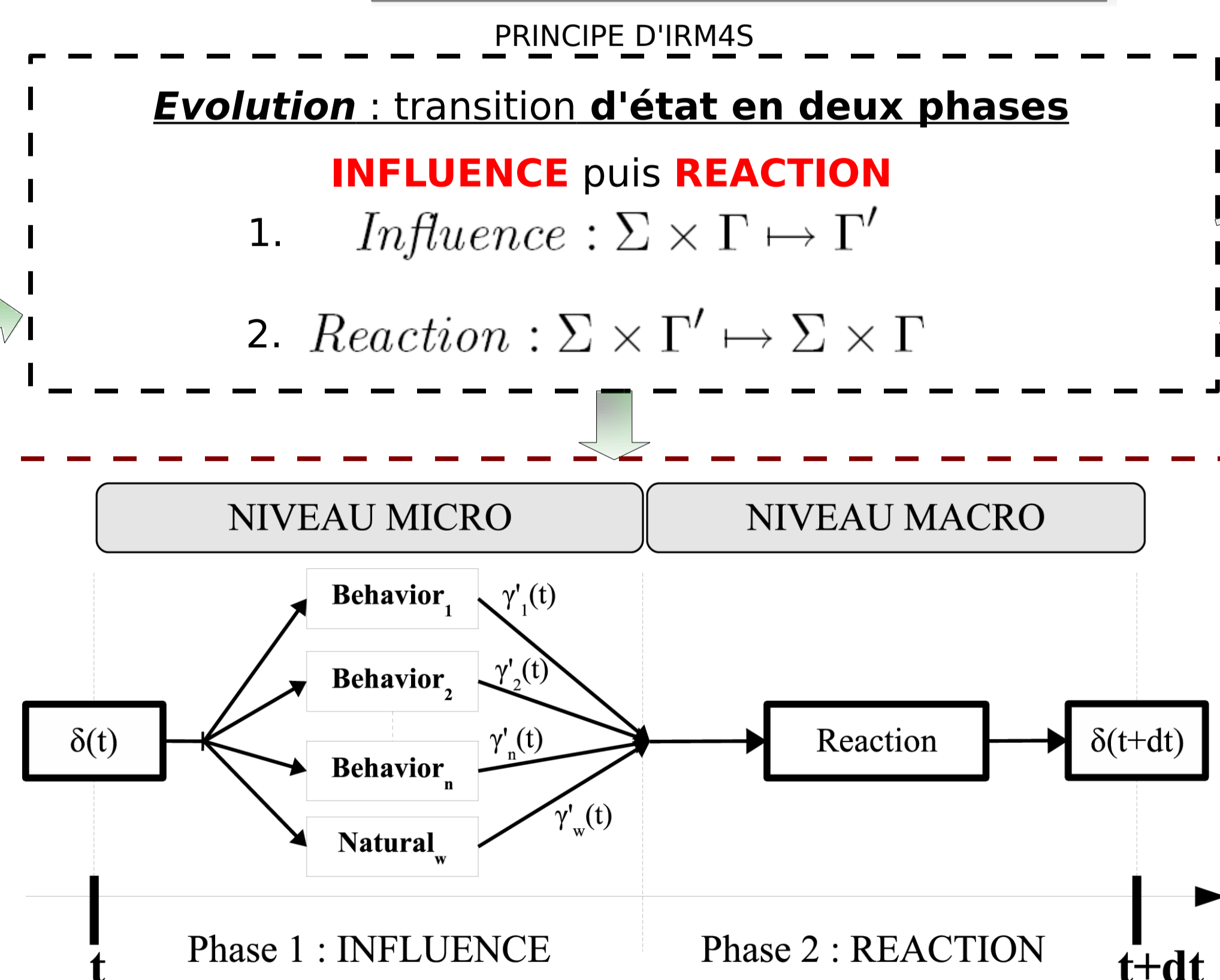
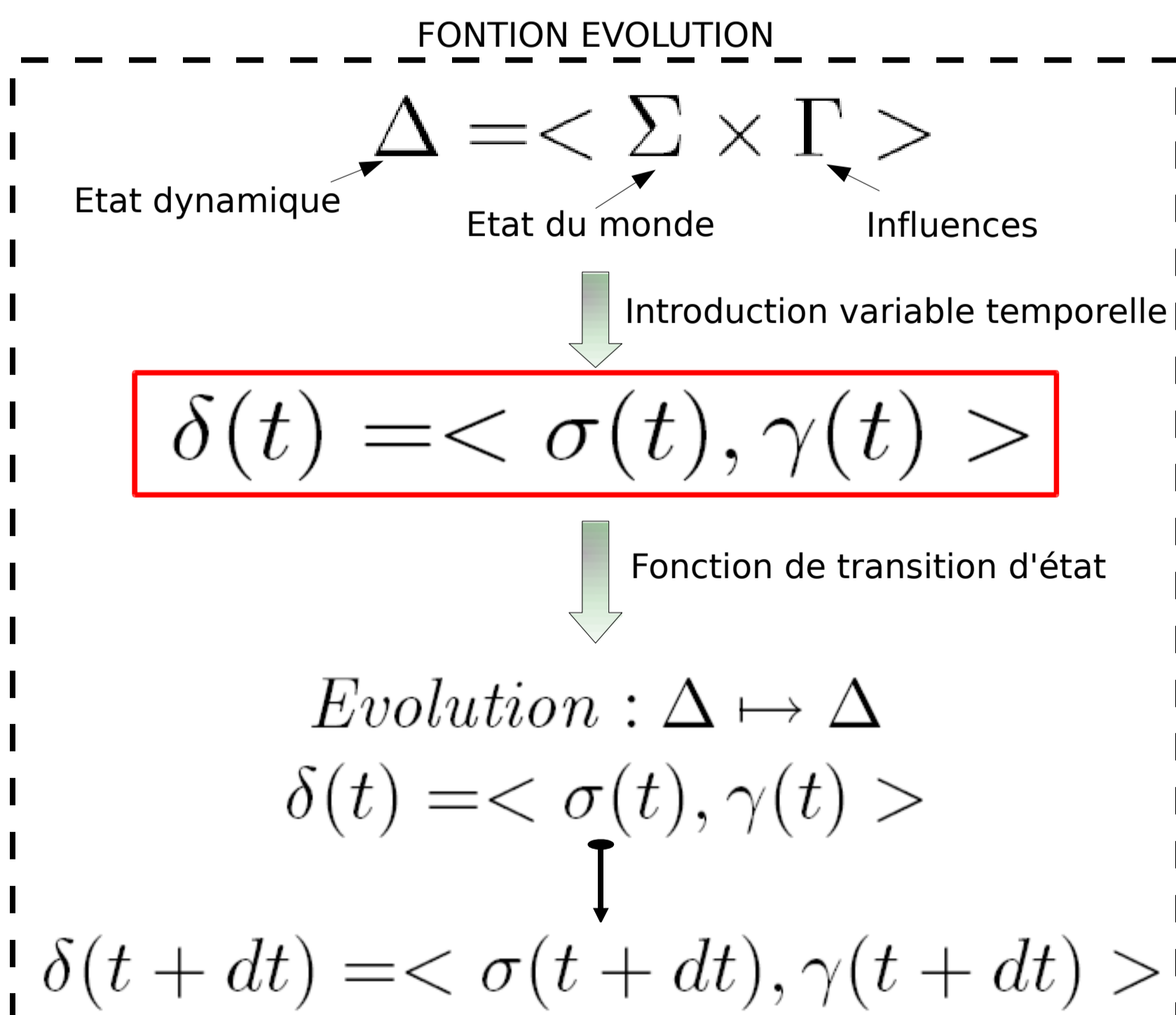
## 4. Adaptation du formalisme pour la simulation

Certaines parties du formalisme de Ferber et Müller sont ambiguës en ce qui concerne la modélisation du temps. C'est pourquoi une adaptation de ce formalisme est nécessaire pour qu'il puisse être appliqué aux MABS.

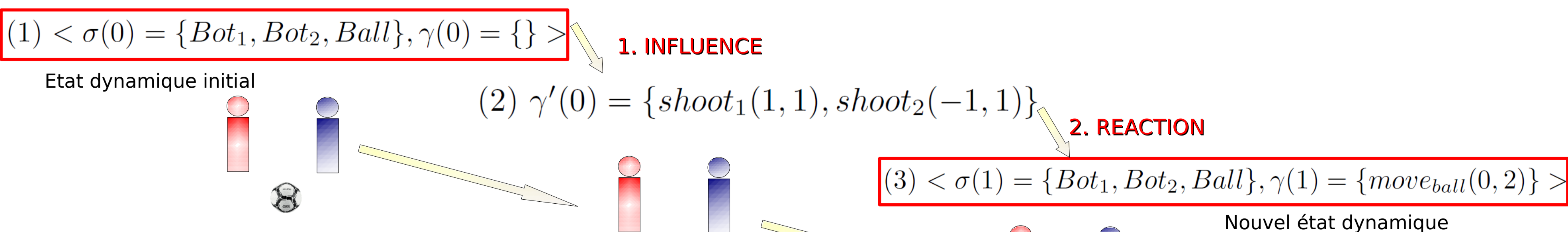
### Le modèle IRM4S

- Introduit une **variable temporelle explicite**
- Définit explicitement le **mécanisme à deux phases** qui sous-tend le principe Influence/Réaction

## 5. Le formalisme IRM4S



## 6. Exemple : Robots footballeurs



## 7. Conclusions

IRM4S comme solution aux problèmes présentés :

- Problème 1** : IRM4S permet la modélisation d'actions simultanées grâce à une transition d'état à deux phases.
- Problème 2** : IRM4S ne fait pas la confusion entre les dynamiques des niveaux micro et macro.
- Problème 3** : Les agents ne modifient pas directement l'environnement : Il ne peuvent donc pas avoir accès aux structures internes des autres. L'autonomie est préservée.
- Problème 4** : Un modèle basé sur IRM4S ne dépend pas de son implémentation : les dynamiques sont toutes explicitement et entièrement spécifiées. Notamment, le résultat est indépendant de l'ordre d'activation des agents.

IRM4S permet l'utilisation du principe Influence/Réaction dans la simulation multi-agent grâce à une **modélisation explicite des deux niveaux fondamentaux : le niveau micro et le niveau macro**

Références

[Epstein & Axtell 96] *Growing Artificial Societies*, Brookings Institution Press, 1996.  
[Ferber & Müller 96] *Influences and Reaction: a Model of Simulated Multi-agent Systems*, ICMA-96, p. 72-79, 1996.  
[Ferber 95] *Les systèmes multi-agents, vers une intelligence collective*, InterEditions, 1995.  
[Genesereth & Nilsson 87] *Logical Foundations of Artificial Intelligence*, Morgan Kaufmann, 1987.  
[Lawson & Park 00] *Synchronous Time Evolution in an Artificial Society Model*, The Journal of Artificial Societies and Social Simulation, JASSS, Vol.3(1) January, 2000.  
[Michel 04] *Formalisme, outils et éléments méthodologiques pour la modélisation et la simulation multi-agents*, PhD thesis, Université Montpellier II, décembre, 2004.  
[Michel 07] *Le modèle IRM4S, de l'utilisation des notions d'influence et de réaction pour la simulation de systèmes multi-agents*, Revue d'Intelligence Artificielle IRIA Vol.27, p. 757-779 déc. 2007