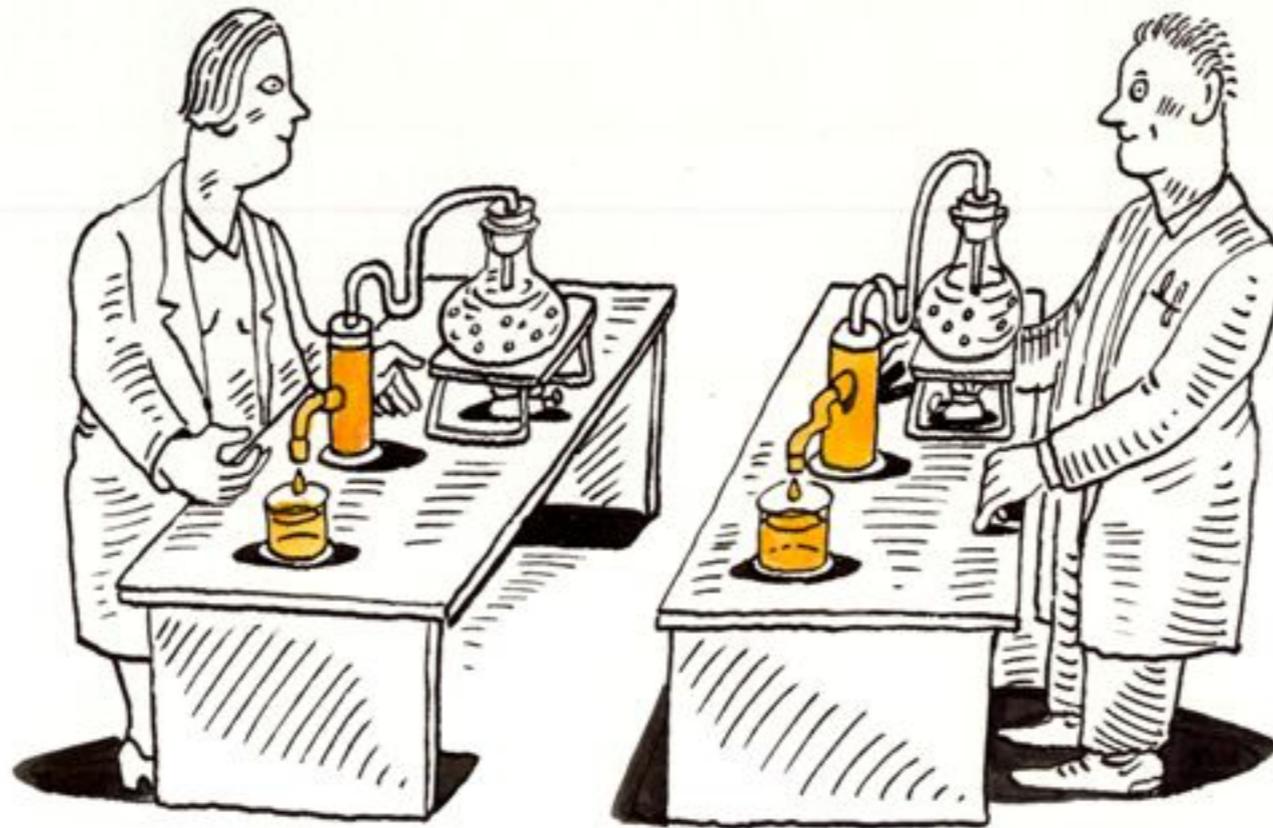


Approche formelle pour la modélisation et la simulation de systèmes multi-agents

Romain Franceschini, Paul-Antoine Bisgambiglia, Paul Bisgambiglia

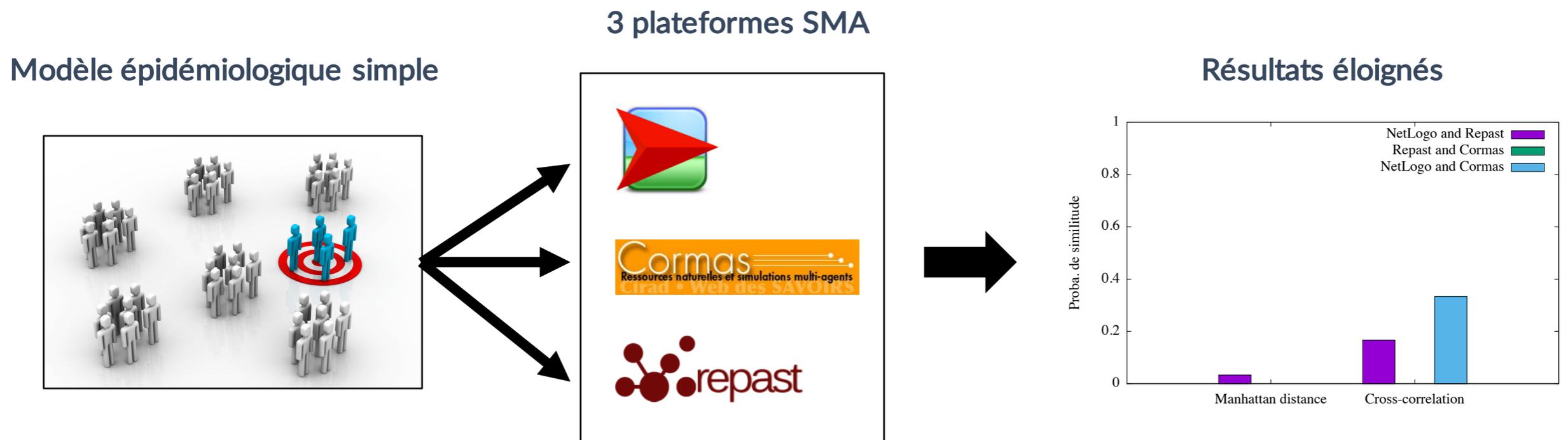
Laboratoire SPE, équipe SISU, Université de Corse

Contexte



Contexte

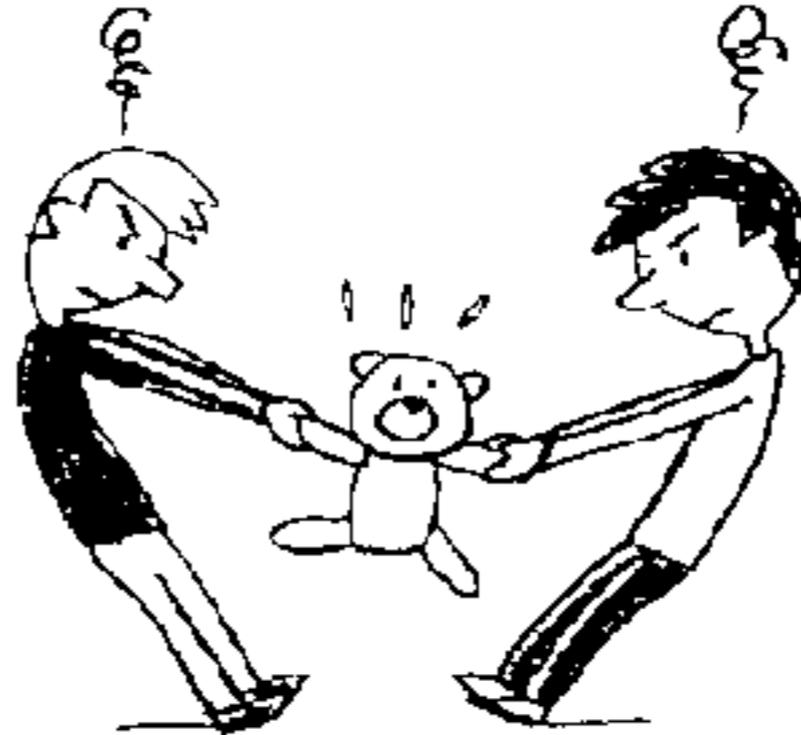
- Un même modèle implémenté et simulé sur différentes plateformes est difficilement reproductible (Bajracharya, 2013)



- Difficultés de reproductibilité bien identifiées
 - Etude comparative plateformes (Bajracharya, 2013)
 - Thèse de Fabien Michel (2004)
 - Protocole ODD (Grimm et al. 2006)

Contexte

ACTION ET SIMULTANÉITÉ



- En cas d'actions simultanées :
 - Le simulateur fait un choix pour le modélisateur
 - L'action de l'agent modifie directement l'état de l'environnement
- Solution (Influence/Réaction)
 - Ramener le choix dans le modèle
 - Eviter de modifier l'état de l'environnement de manière directe

Au menu

Objectifs & positionnement

1



2

Formalisme PDEVS



Spécification DPDEMAS

3



4

Implémentation



Conclusion & perspectives

5



5

Objectifs

- *Qu'est-ce que la théorie de la modélisation et de la simulation peut apporter aux SMAs pour favoriser la reproductibilité des simulations ?*
- Un cadre formel permettant la spécification non ambiguë d'un modèle SMA

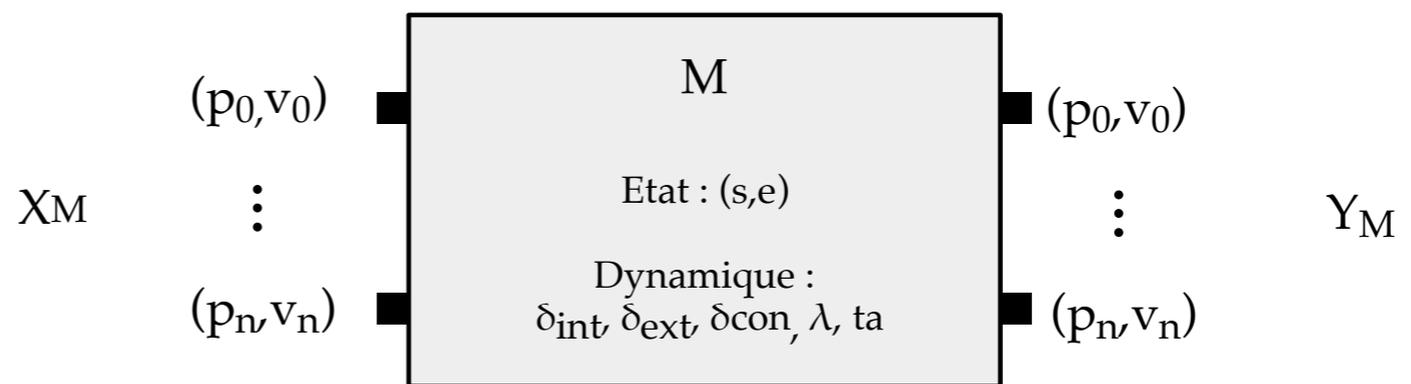
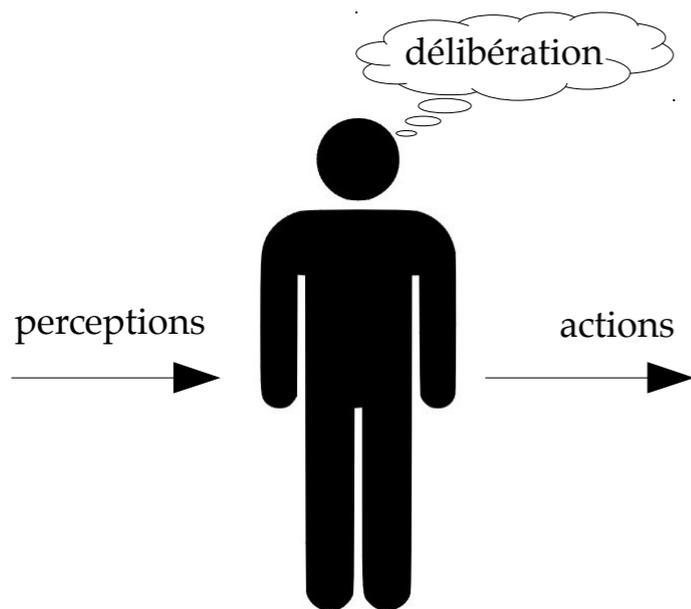
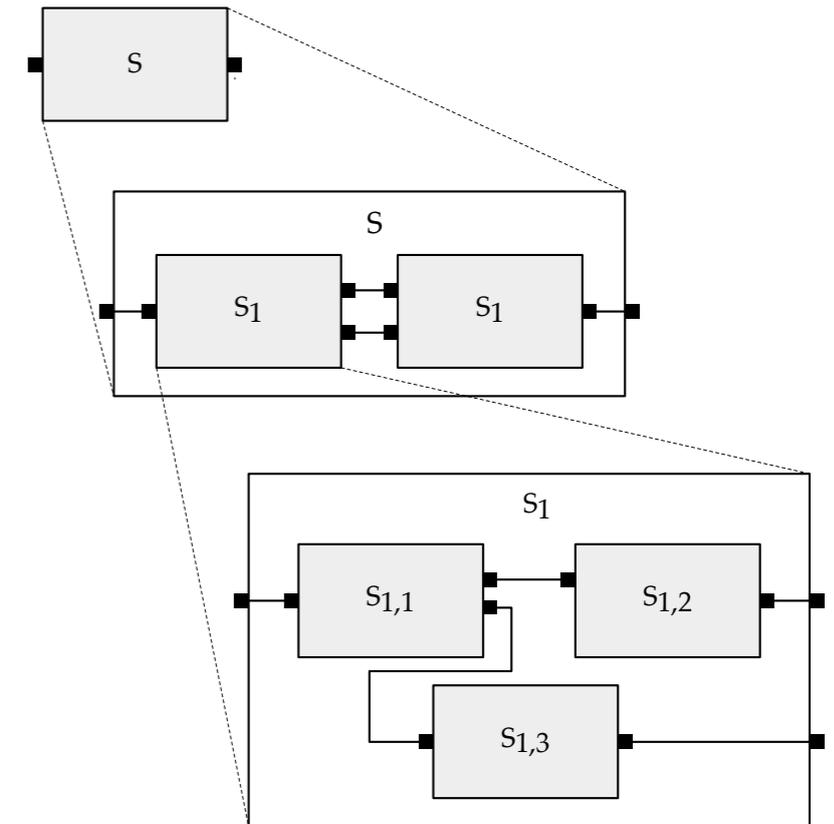
- Objectifs :
 - Proposer une solution générique permettant la M&S à événements discrets de systèmes multi-agents
 - Favoriser la reproductibilité des simulations SMA grâce à une spécification formelle

Positionnement

- Agent :
 - Contrainte d'intégrité interne de l'agent (Michel, 2007)
- Environnement
 - Permettre la définition de d'environnements multiples
 - Dynamique endogène
 - Respect de la contrainte de localité de perception
 - Respect de la contrainte de l'intégrité de l'environnement
- SMA
 - Dynamique structurelle
 - Permettre de gérer la simultanéité des actions

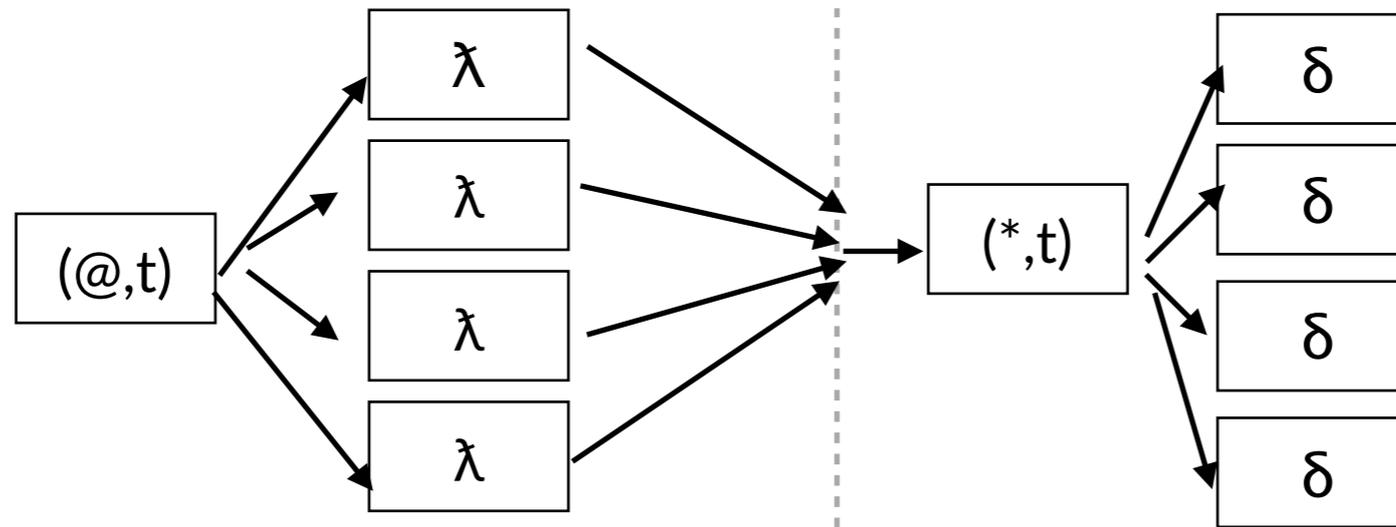
Choix du formalisme

- PDEVS : description modulaire et hiérarchique des systèmes
- Séparation explicite de la modélisation et de la simulation
- Nombreuses extensions du formalisme

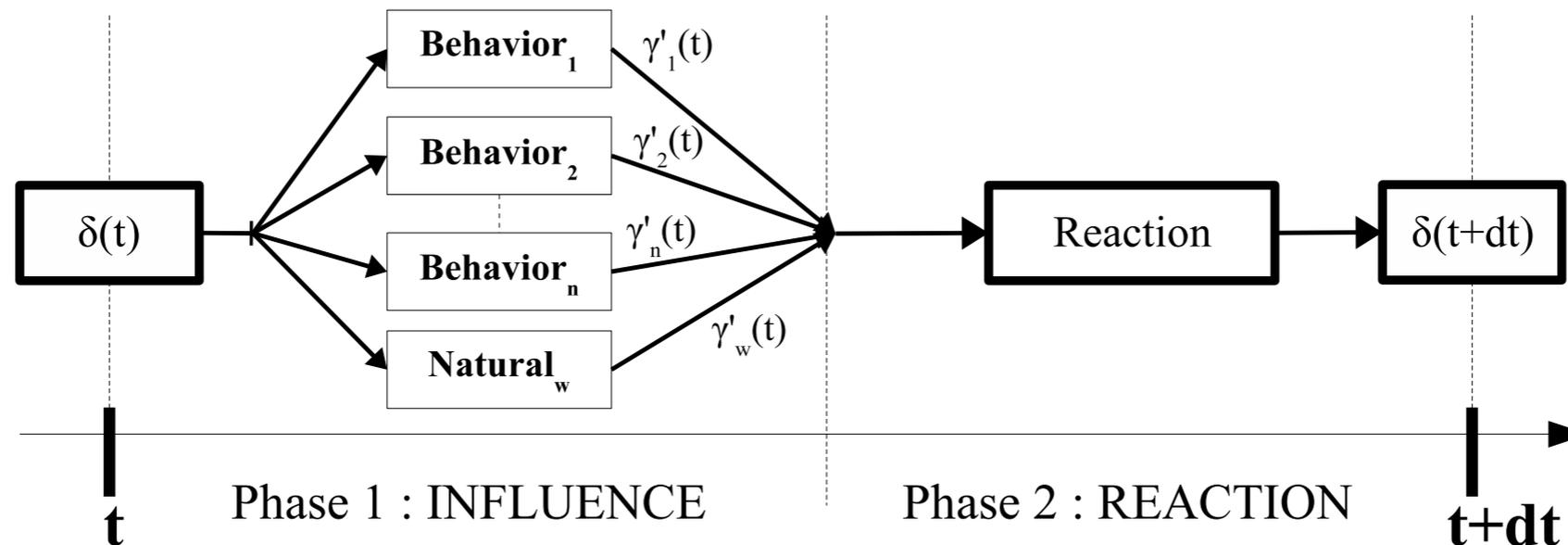


Le formalisme PDEVS

IRM4S ET PDEVS



Evolution de l'état des modèles d'un coordinateur avec PDEVS (Chow et al., 1994).

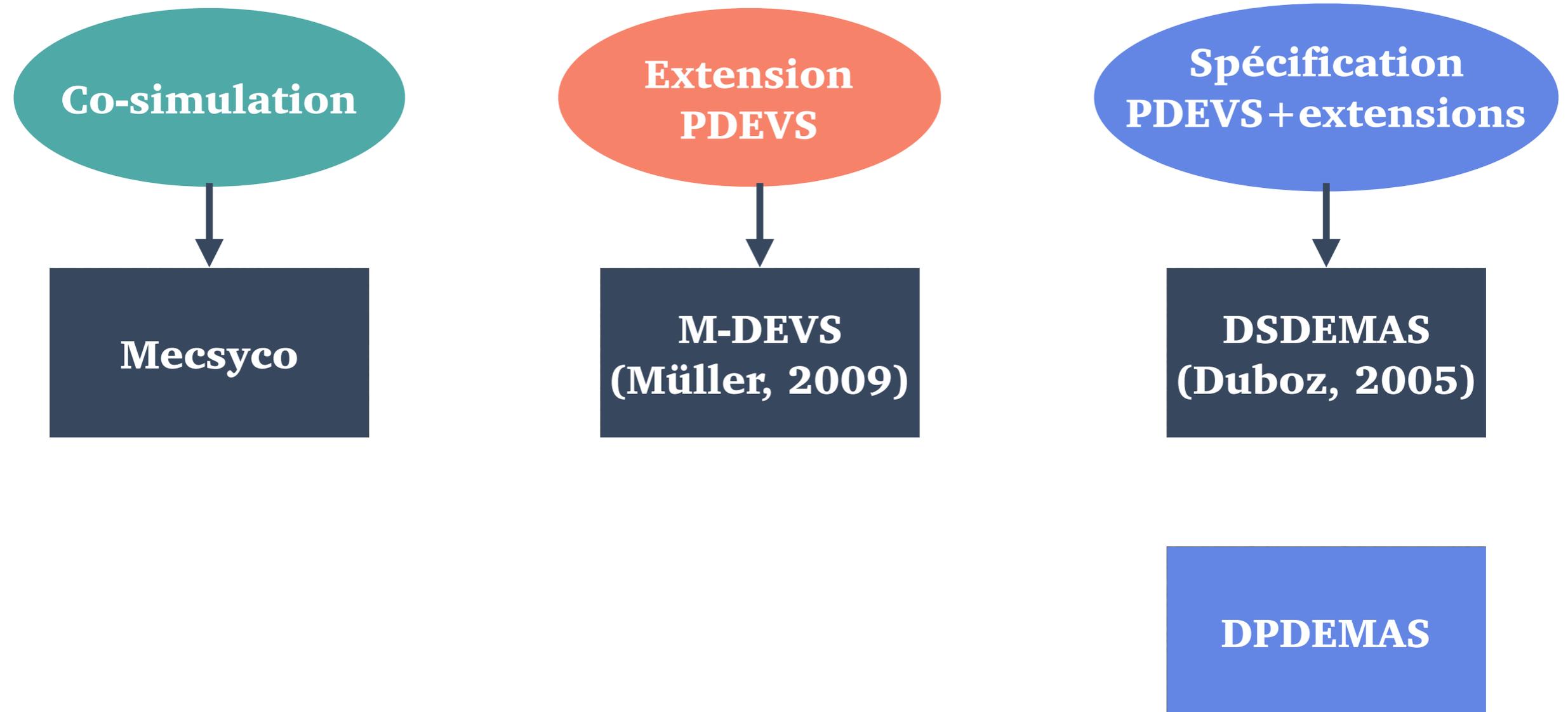


Evolution de l'état dynamique d'un SMA avec le modèle d'action IRM4S (Michel, 2007).

PDEVS + SMA

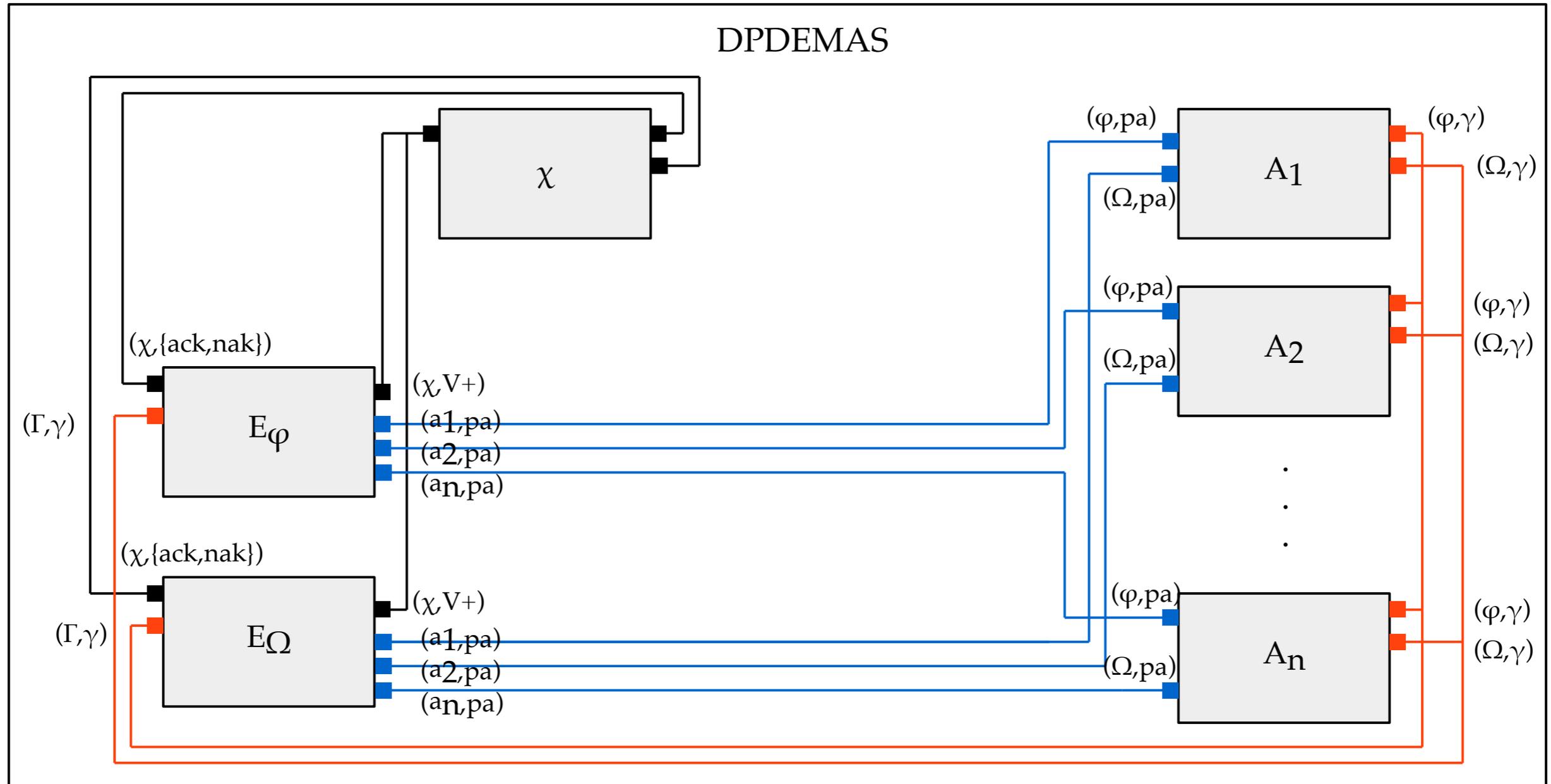
→ Plusieurs façons de représenter des SMAs au sein d'une simulation

PDEVS



DPDEMAS

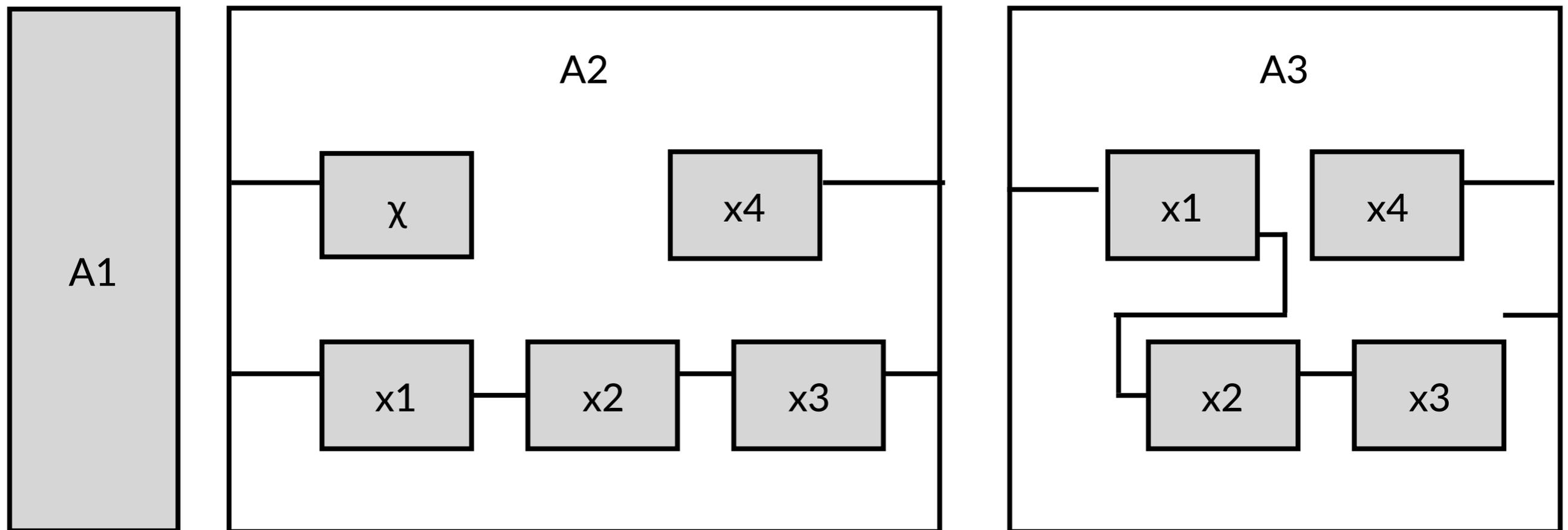
DYNAMIC PARALLEL DISCRETE EVENT MULTI-AGENT SPECIFICATION



DPDEMAS : Agent

SYSTÈME COGNITIF

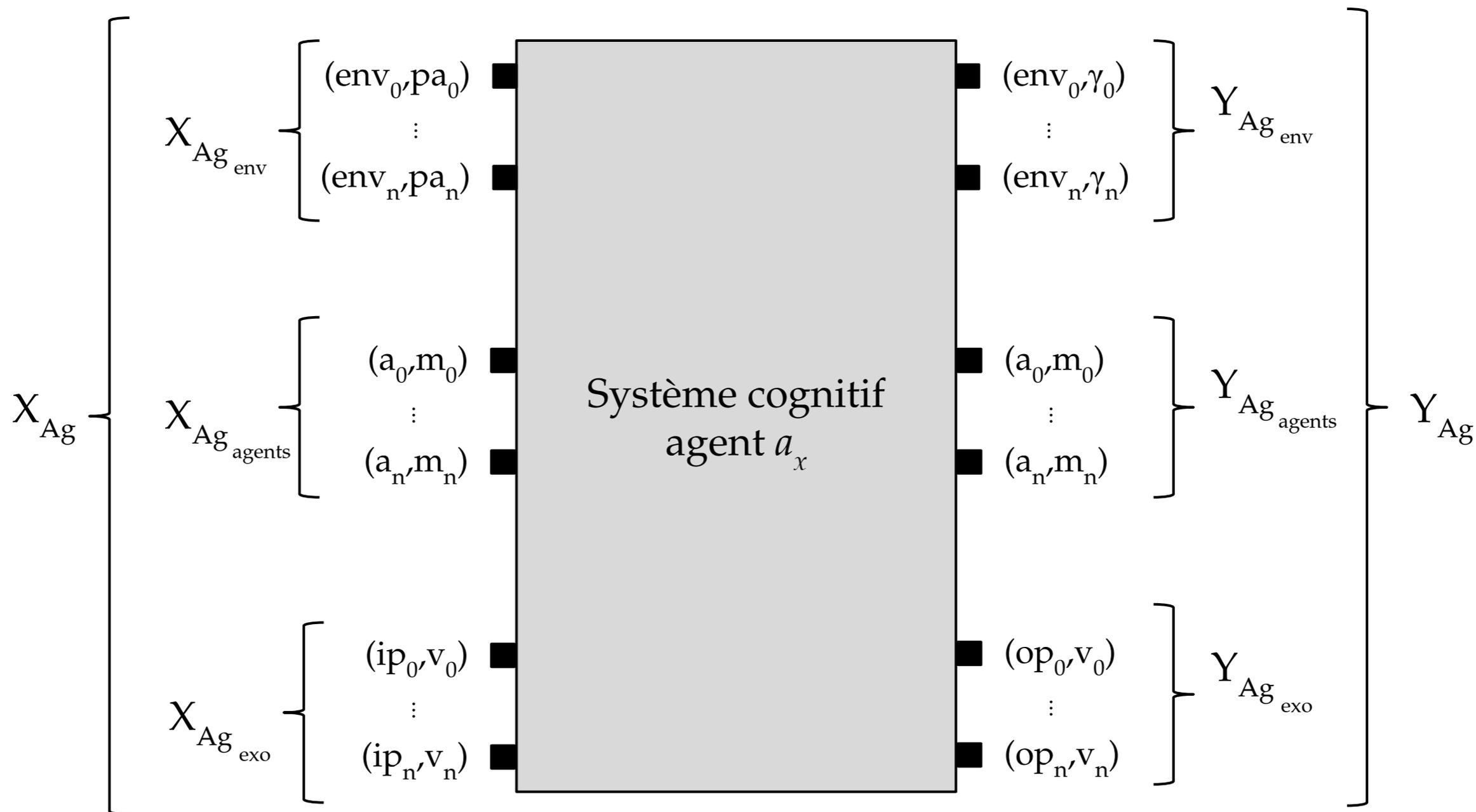
- Application de la distinction esprit/corps
- Le système cognitif est une structure PDEVS
- Le corps fait partie de l'état de l'environnement



DPDEMAS : Agent

SYSTÈME COGNITIF

→ Interface système cognitif :



DPDEMAS : Agent

CORPS

→ Corps :

$$\beta_{a,e} = (p, \psi, \theta)$$

$p \in P$ la position du corps dans l'environnement

$\psi \in \wp(P)$ la portée de perception/action de l'agent

θ variables d'états perceptibles par les autres agents

→ L'agent est bien situé au sein de l'environnement

→ Perçoit et agit de manière limitée en fonction de sa position et la portée de son champ de vision = respect *contrainte de localité*

→ Tout ce qui est perceptible/modifiable par les autres agents est dans le corps = respect *contrainte d'intégrité interne de l'agent*.

DPDEMAS : Action

INFLUENCE

→ Structure d'une influence $\gamma \in \Gamma$

$$\gamma = (\textit{phase}, n, p, a, \theta)$$

$\textit{phase} \in \{\textit{pending}, \textit{execute}, \textit{satisfied}, \textit{rejected}\}$ le nom de l'état

n le nom donné à l'intention d'action (ex: *move*, *eat*)

$p \in P$ la position dans l'environnement (physique ou social)

$a \in D_{Ag}$ l'identifiant de l'agent qui initie l'intention d'action

θ d'autres variables éventuelles

→ Exemple, l'agent $a_1 \in D_{Ag}$ souhaite jouer un nouveau rôle $r \in Roles$ au sein du groupe $g_1 \in P$:

$$\gamma = (\textit{pending}, \textit{getrole}, g_1, a_1, (r))$$

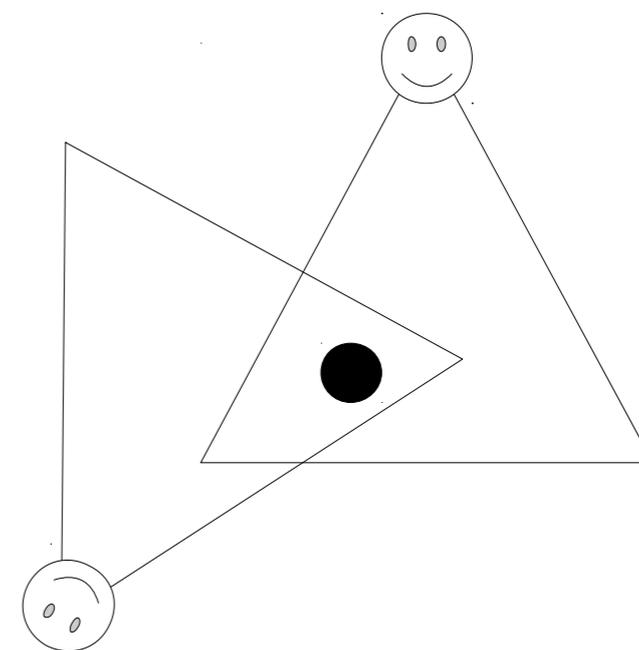
DPDEMAS : Perception

- Soit un environnement physique $\varphi \in D_E$
- Soit une influence produite par un agent

$$\gamma = (\text{phase}, n, p, a, \theta)$$

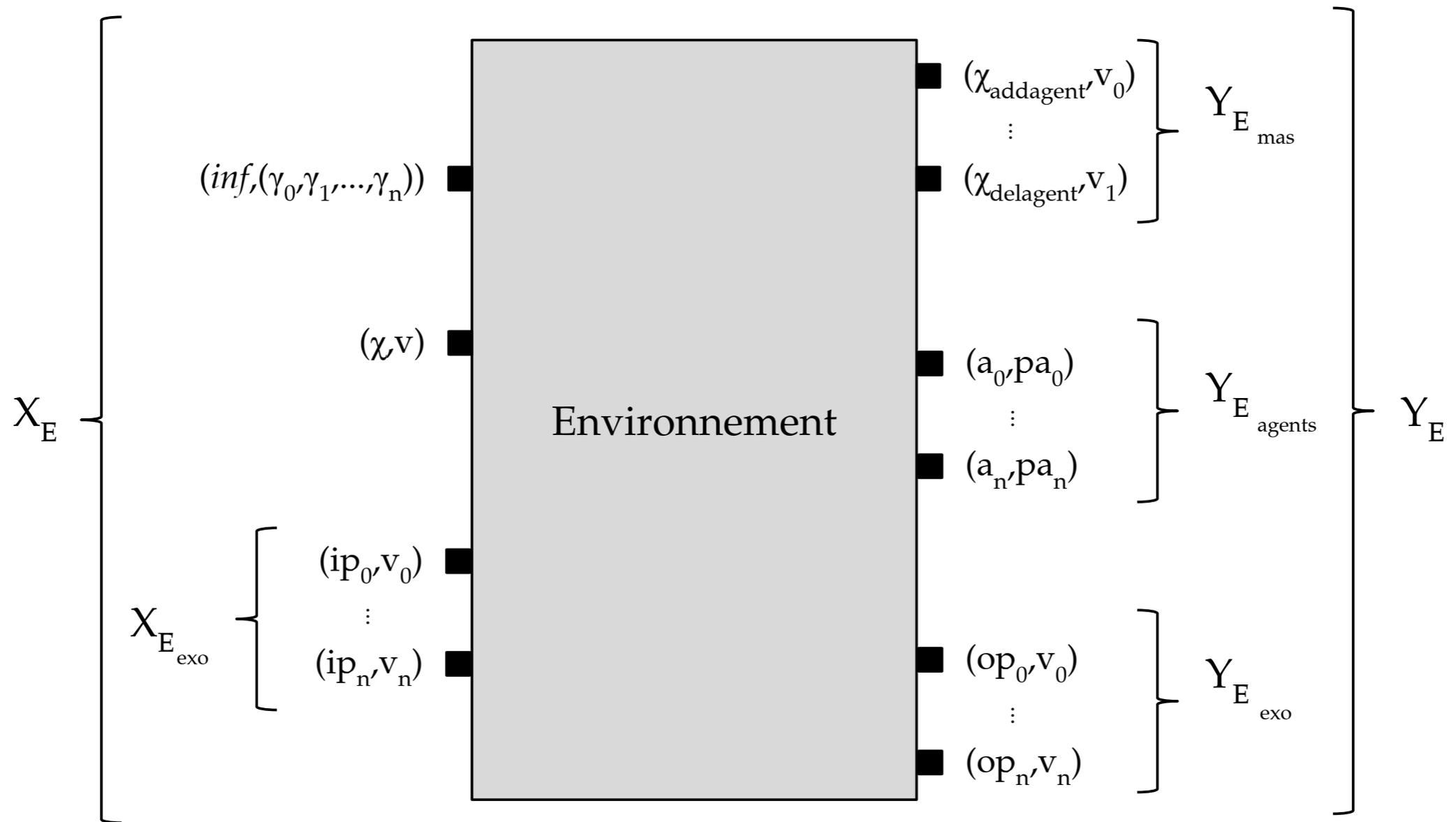
- Pour chaque corps $\beta_{a,e} = (p_{a,e}, \psi_{a,e}, \theta_{a,e})$

- L'agent est concerné par γ si $p_\gamma \in \psi_{a,e}$



Deux agents susceptibles d'être intéressés par un changement d'état ciblé

DPDEMAS : Environnement



DPDEMAS

ENVIRONNEMENT

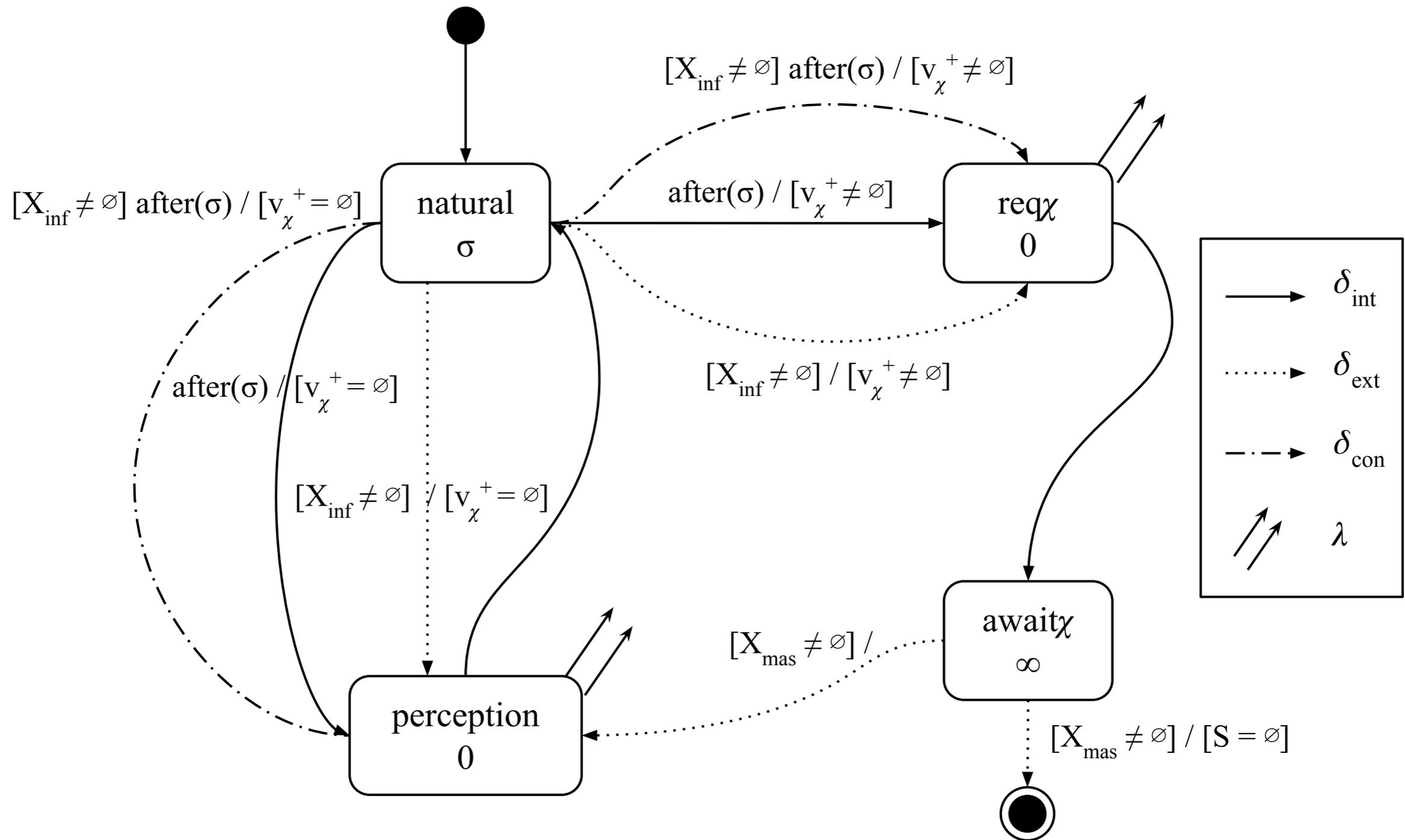


DIAGRAMME D'ETAT-TRANSITION DE L'ENVIRONNEMENT

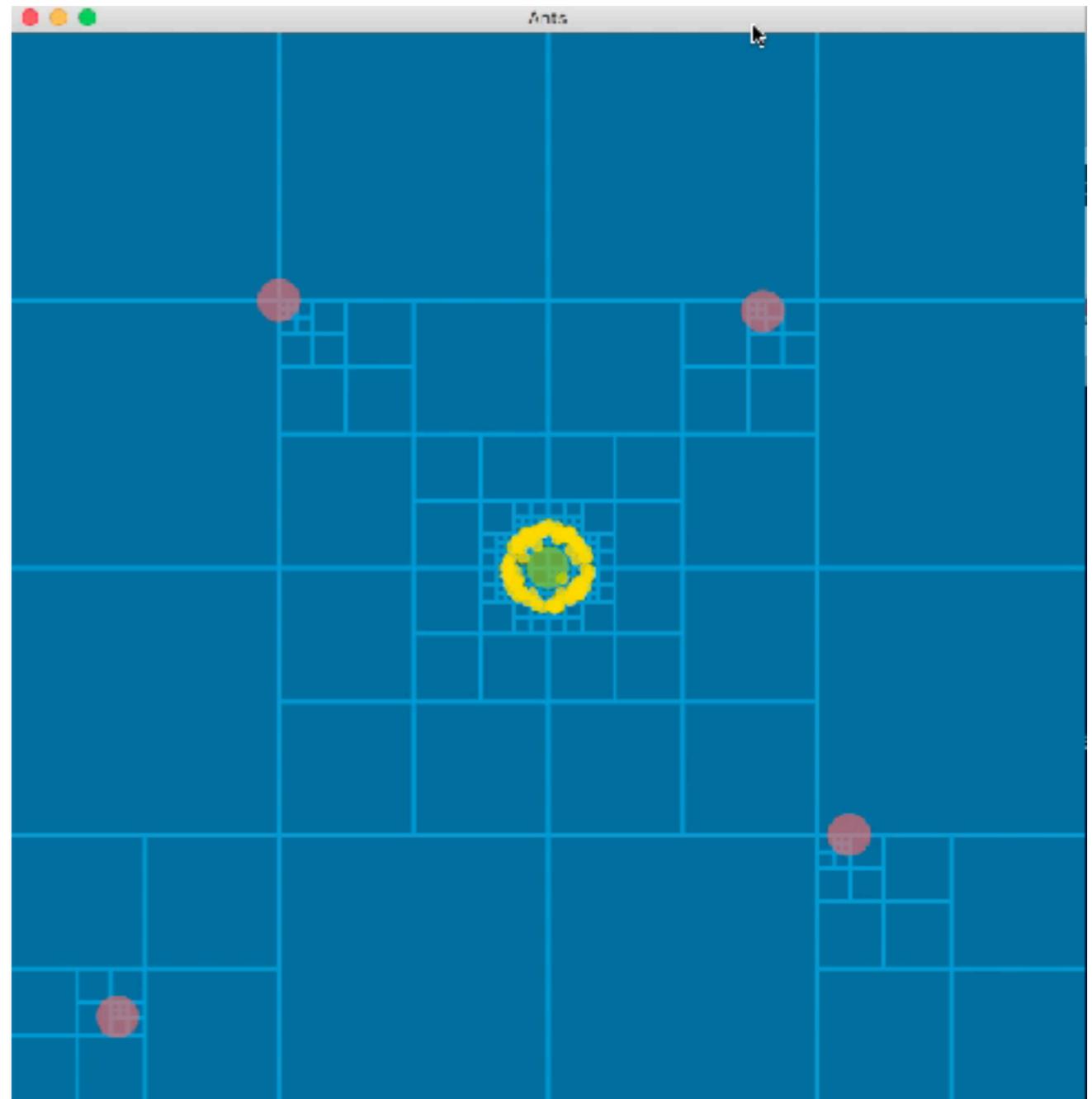
Implémentation

→ Quartz

- Framework open-source permettant la définition de modèles PDEVS
- Ecrit en langage Crystal (syntaxe similaire à Ruby)
- <https://github.com/romain1189/quartz>
- DPDEMAS bientôt disponible également

Implémentation

→ Exemple d'application avec un modèle simple de colonie de fourmis :



Conclusion

- Apports pour la TMS
 - Intégration du paradigme agent dans un environnement M&S
- Apports pour les SMA
 - Spécification formelle générique (DPDEMAS)
 - Modèle d'action adapté à la gestion d'évènements simultanés
 - Intégration opérationnelle dans un environnement M&S

Perspectives

- Proposer une méthodologie adaptée au processus de modélisation
- Valider l'approche en comparant les résultats de DPDEMAS implémenté sur plusieurs plateformes.
- Proposer une bibliothèque de modèles d'environnements réutilisables
- DSL pour faciliter l'utilisation de DPDEMAS