

Distribution et Parallélisation de Simulations Orientées Agent

Soutenance de Thèse de Doctorat

Directeur : Pr. R. Courdier, Univ. de La Réunion

Co-Directeur : Dr. M.-P. Huget, Univ. de Savoie



Nicolas Sébastien

10 Novembre 2009

Plan

- ✦ **Introduction**

- ✦ Problématique : distribution de la SOA
- ✦ Etat de l'art

- ✦ **Contributions**

- ✦ Infrastructure de distribution pour la SOA
- ✦ Ordonnancement parallèle
- ✦ Equilibrage de charges dynamique

- ✦ **Prototypage et expérimentations**

- ✦ **Conclusion et perspectives**

Plan

- ✦ **Introduction**

- ✦ Problématique : distribution de la SOA
- ✦ Etat de l'art

- ✦ **Contributions**

- ✦ **Prototypage et expérimentations**

- ✦ **Conclusion et perspectives**

Le modèle BIOMAS

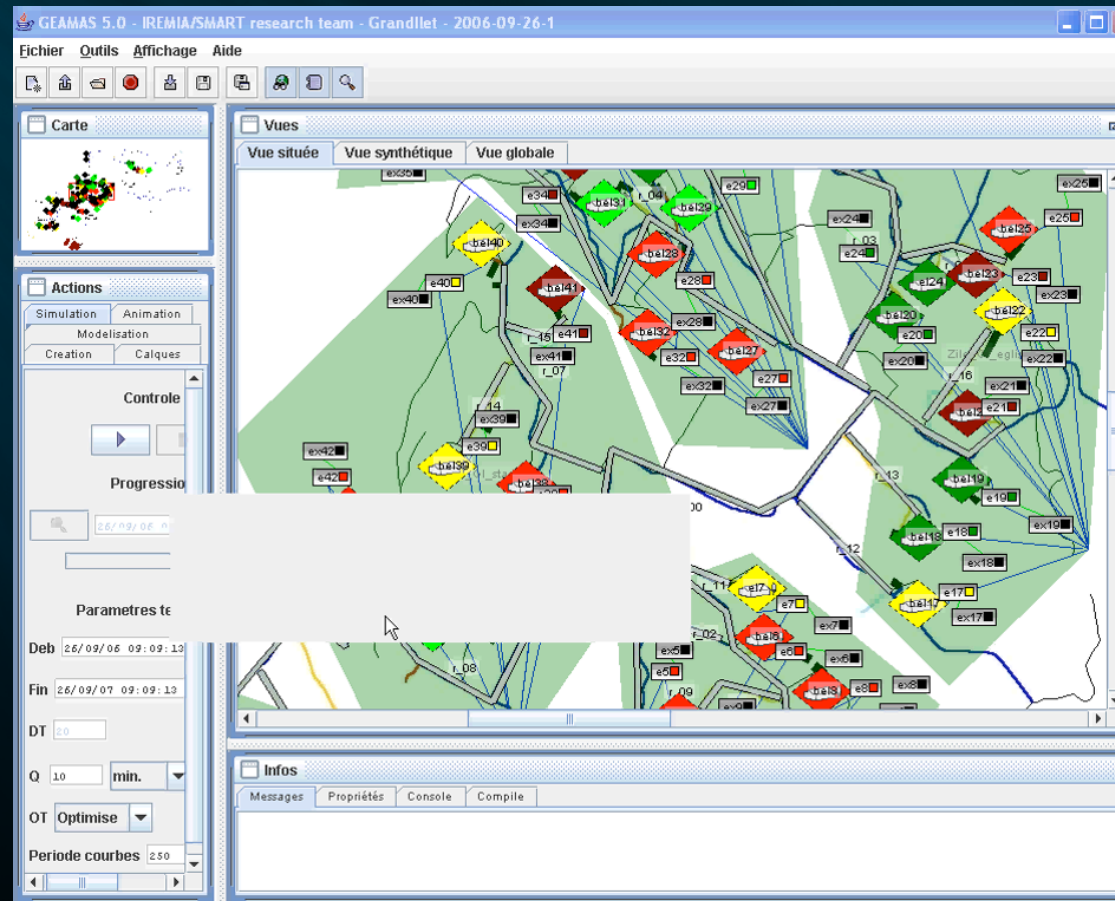


- ✦ Expérimentations directes impossibles
- ✦ Représentations à l'échelle impossibles

Simulation

Simulation Orientée Agent

- ✦ Représentation des individus et de leurs interactions

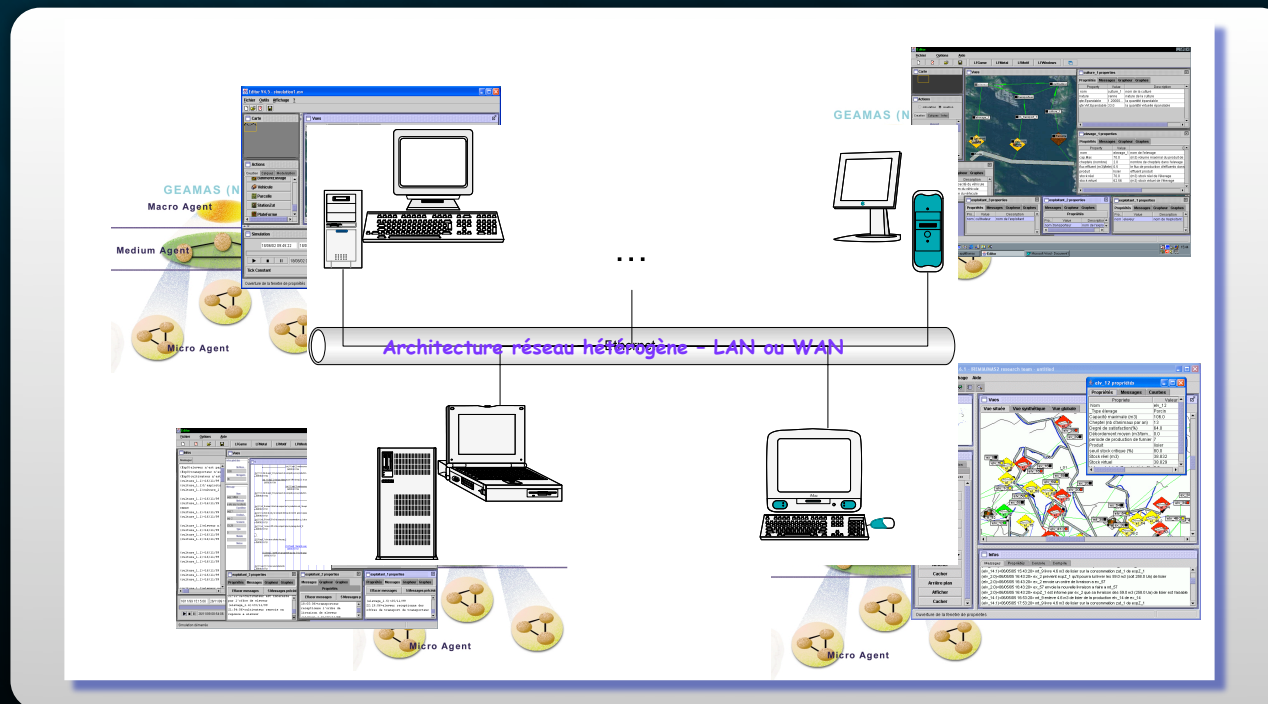


Simulation large échelle

- ❖ Grand nombre d'agents
- ❖ Grand nombre de comportements complexes

[Kubera08]

Approche Distribuée



Comment distribuer de façon pertinente
une simulation orientée agent ?

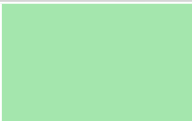


Les exigences de la SOA distribuée

- ✦ *Qualité de simulation*
- ✦ *Portabilité des modèles*
- ✦ *Flexibilité de l'infrastructure*
- ✦ *Extensibilité des fonctionnalités*
- ✦ *Optimalité de l'exécution et des performances*

Etat de l'art de la SOA Distribuée

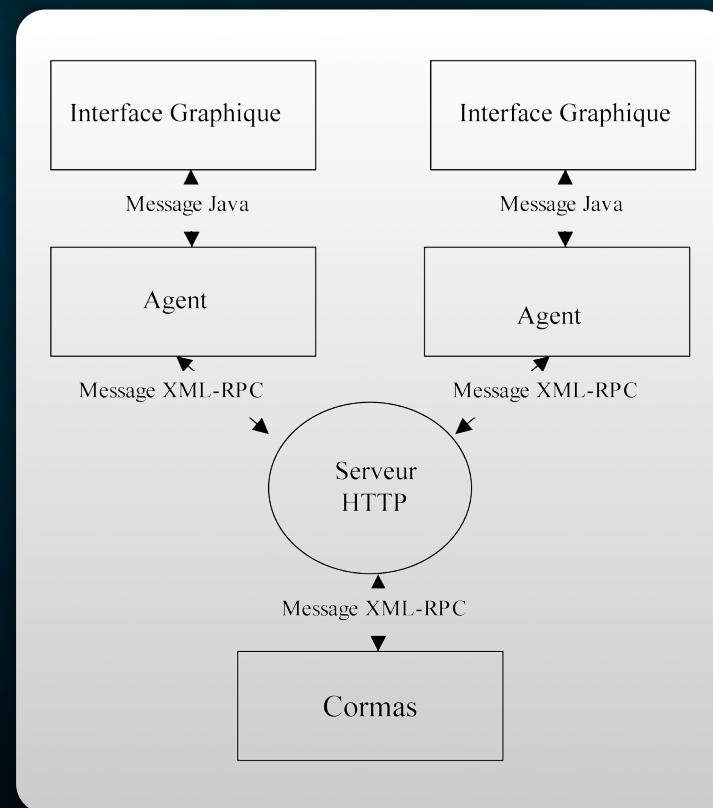
Comment atteindre ses exigences sur les plates-formes actuelles ?

	PLATES-FORMES ORIENTÉES AGENT						PLATES-FORMES DEVS	GEAMAS-NG
	CORMAS	MASON	SWARM	REPAST	JEDI	MADKIT	VLE	GEAMAS-NG
Consistance de la simulation	Prise en charge native	Solution à implémenter	Solution à implémenter	Prise en charge native	Solution à implémenter	Solution à implémenter	Prise en charge native	Solution à implémenter
Portabilité des modèles	Prise en charge native	Prise en charge native	Solution à implémenter	Prise en charge native	Solution à implémenter	Prise en charge native	Prise en charge native	Solution à implémenter
Flexibilité de l'infrastructure	Approche distribuée à réviser	Solution à implémenter	Solution à implémenter	Approche distribuée à réviser	Solution à implémenter	Prise en charge native	Solution à implémenter	Solution à implémenter
Extensibilité des fonctionnalités	Prise en charge native	Solution à implémenter	Solution à implémenter	Prise en charge native	Solution à implémenter	Prise en charge native	Solution à implémenter	Solution à implémenter
Optimalité des performances	Approche distribuée à réviser	Solution à implémenter	Solution à implémenter	Approche distribuée à réviser	Solution à implémenter	Solution à implémenter	Prise en charge native	Solution à implémenter

	Prise en charge native		Solution à implémenter		Approche distribuée à réviser
---	------------------------	---	------------------------	---	-------------------------------

Etat actuel de la SOA distribuée

- ✦ CORMAS : interfaces déportées



[Guyot06]

Etat actuel de la SOA distribuée

- ✦ MASON : kit de développement
 - ✦ *ParallelSubstep* : exécution parallèle sur un pas de simulation
 - ✦ *AsynchronousSteppable* : exécution parallèle non synchronisée
 - ✦ *Stopper* : contrôle d'un *AsynchronousSteppable*

[Luke2005]
doc. MASON

Etat actuel de la SOA distribuée

- ✦ RePAST Symphony : virtualisation de l'architecture distribuée
- ✦ Utilisation de Terracotta Grid

[Tatara2006]

Etat actuel de la SOA distribuée

- ✦ MadKit : connexion réseau support de communication
 - ✦ Outil de communication *NetComm*

[Gutnecht2000]
doc. MadKit

Synthèse

- ✦ Objectif actuel : support du cadre distribué
- ✦ Aucune architecture de référence
- ✦ La distribution de la SOA s'appuie :
 - ✦ Un méta-modèle respectueux des concepts agents
 - ✦ Une architecture réseau robuste et simple à utiliser
 - ✦ Des services facilitant le déploiement et l'exécution de la simulation

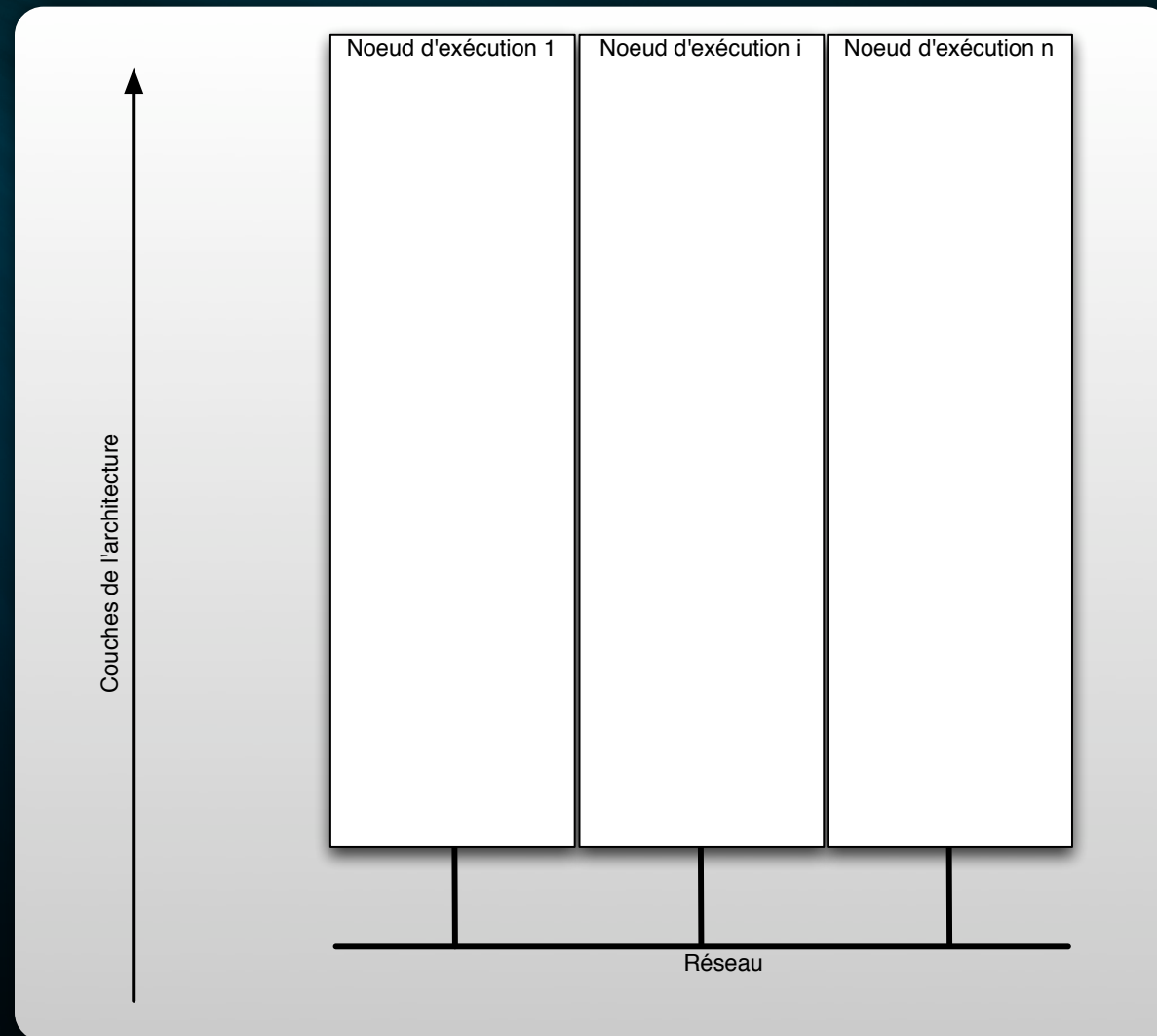
Plan

- ✦ **Introduction**
- ✦ **Contributions**
 - ✦ Infrastructure de distribution pour la SOA
 - ✦ Ordonnancement parallèle
 - ✦ Equilibrage de charges dynamique
- ✦ **Prototypage et expérimentations**
- ✦ **Conclusion et perspectives**

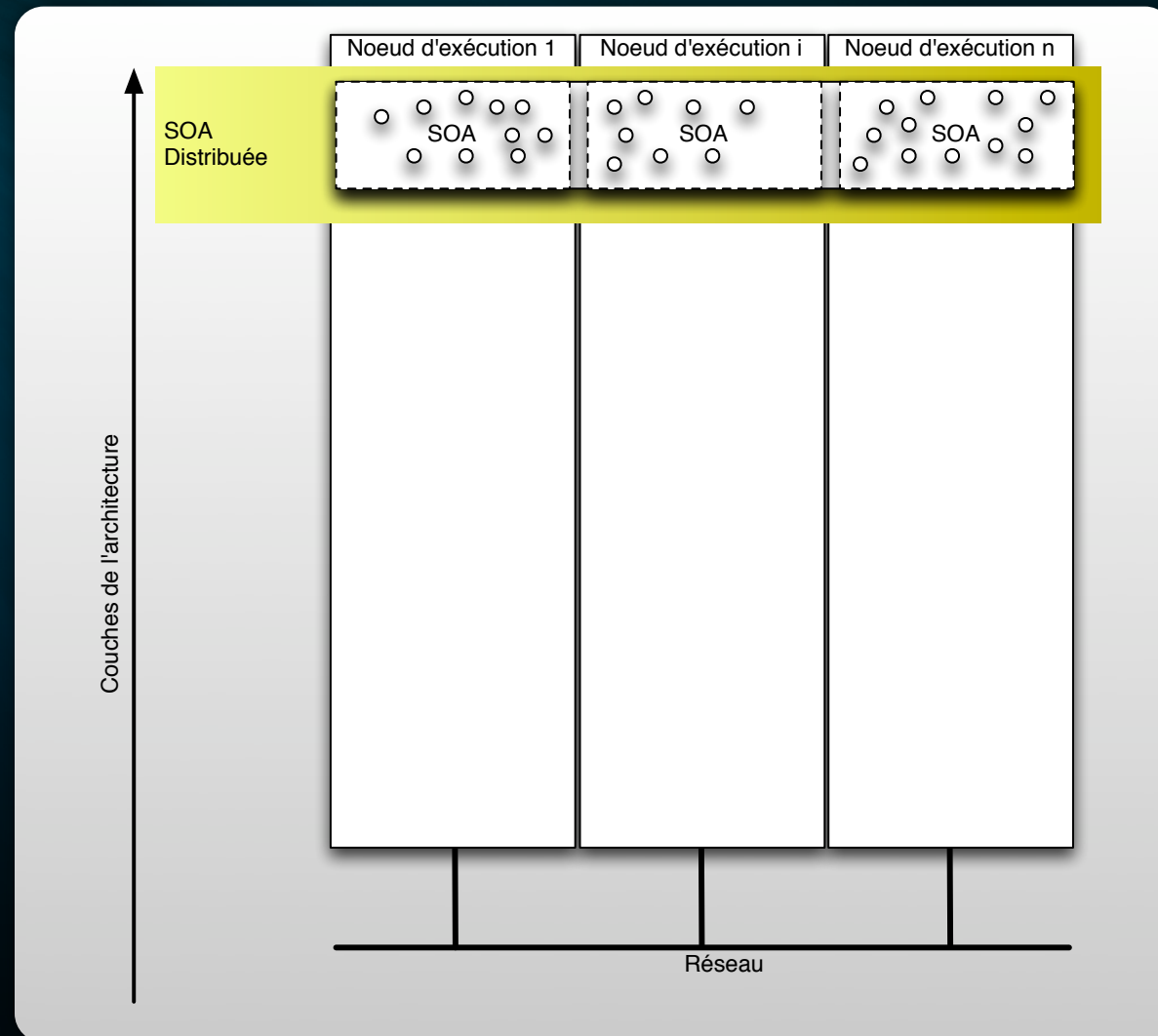
Infrastructure de Distribution pour la SOA

- ✦ Comment interconnecter les nœuds de simulation entre eux ? Qu'exécutent ces nœuds ?

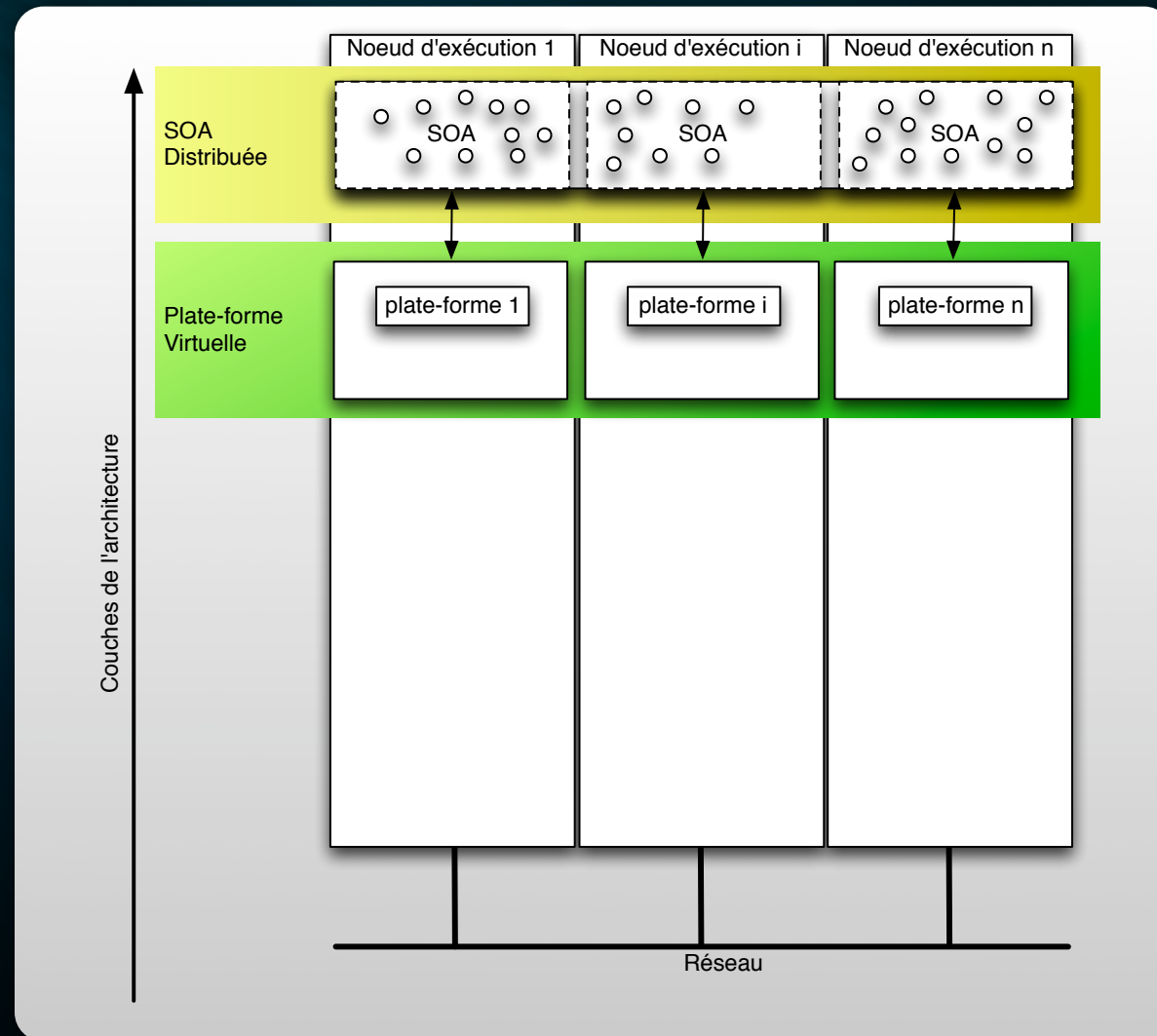
Infrastructure de Distribution pour la SOA



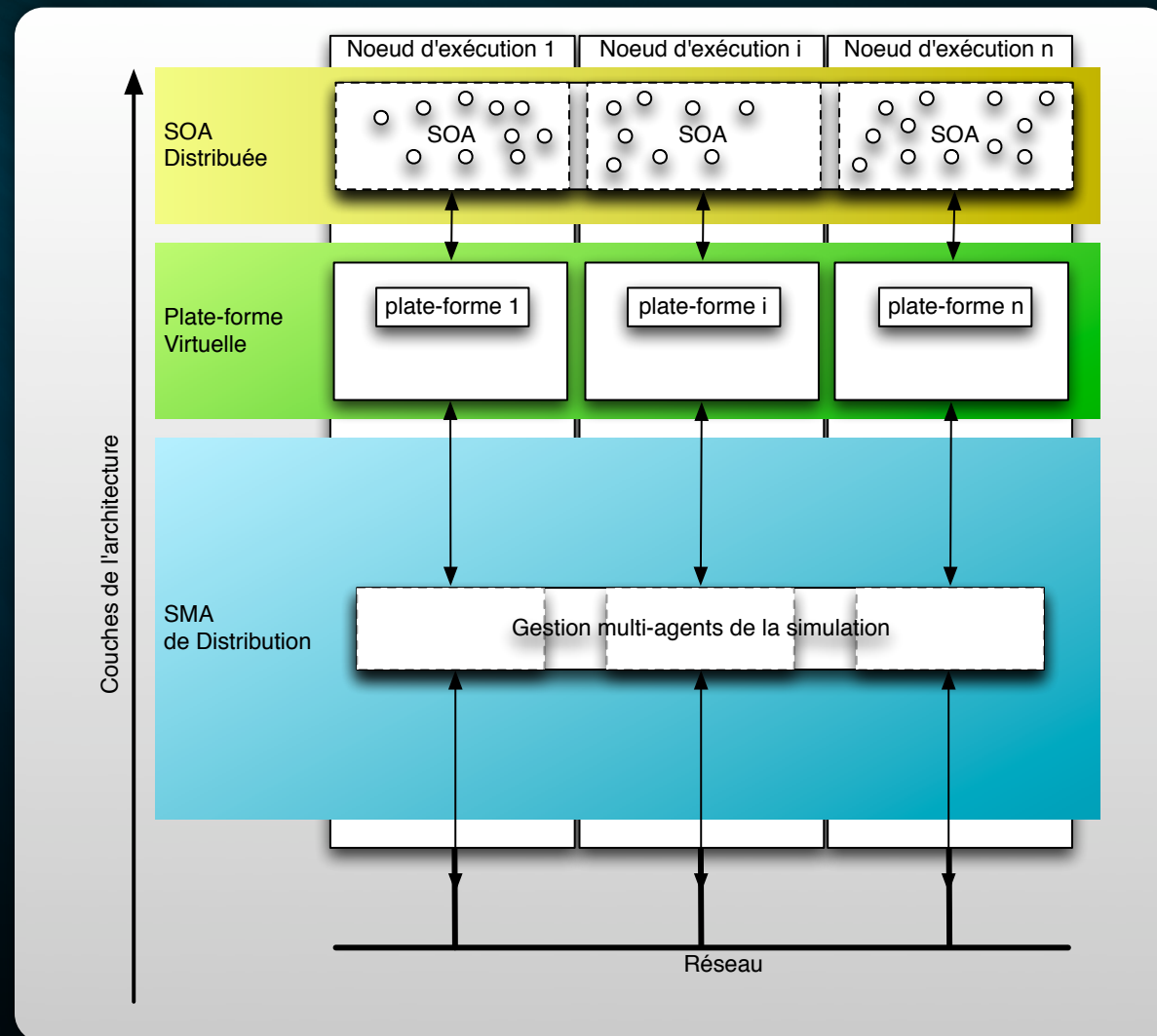
Infrastructure de Distribution pour la SOA



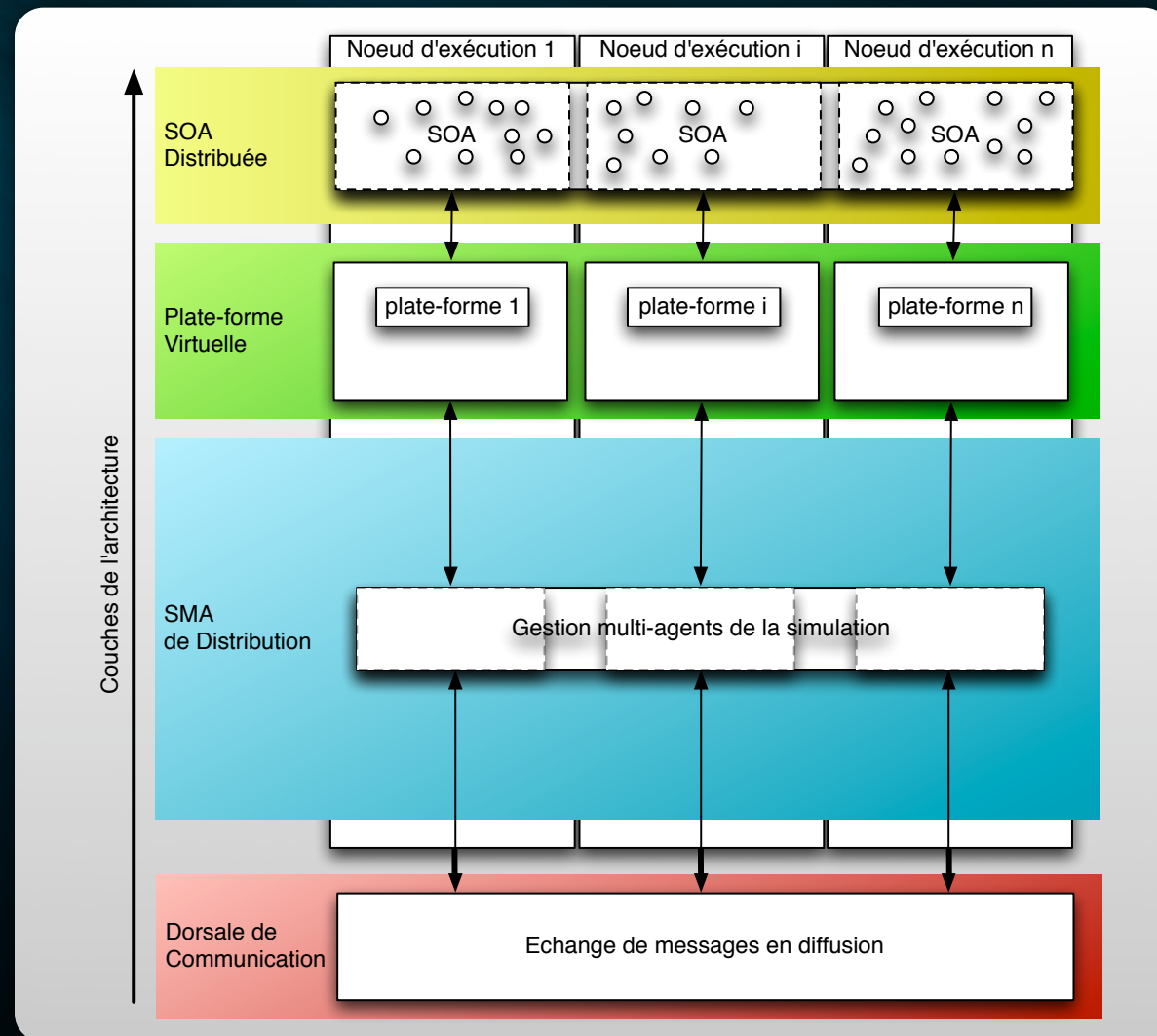
Infrastructure de Distribution pour la SOA



Infrastructure de Distribution pour la SOA

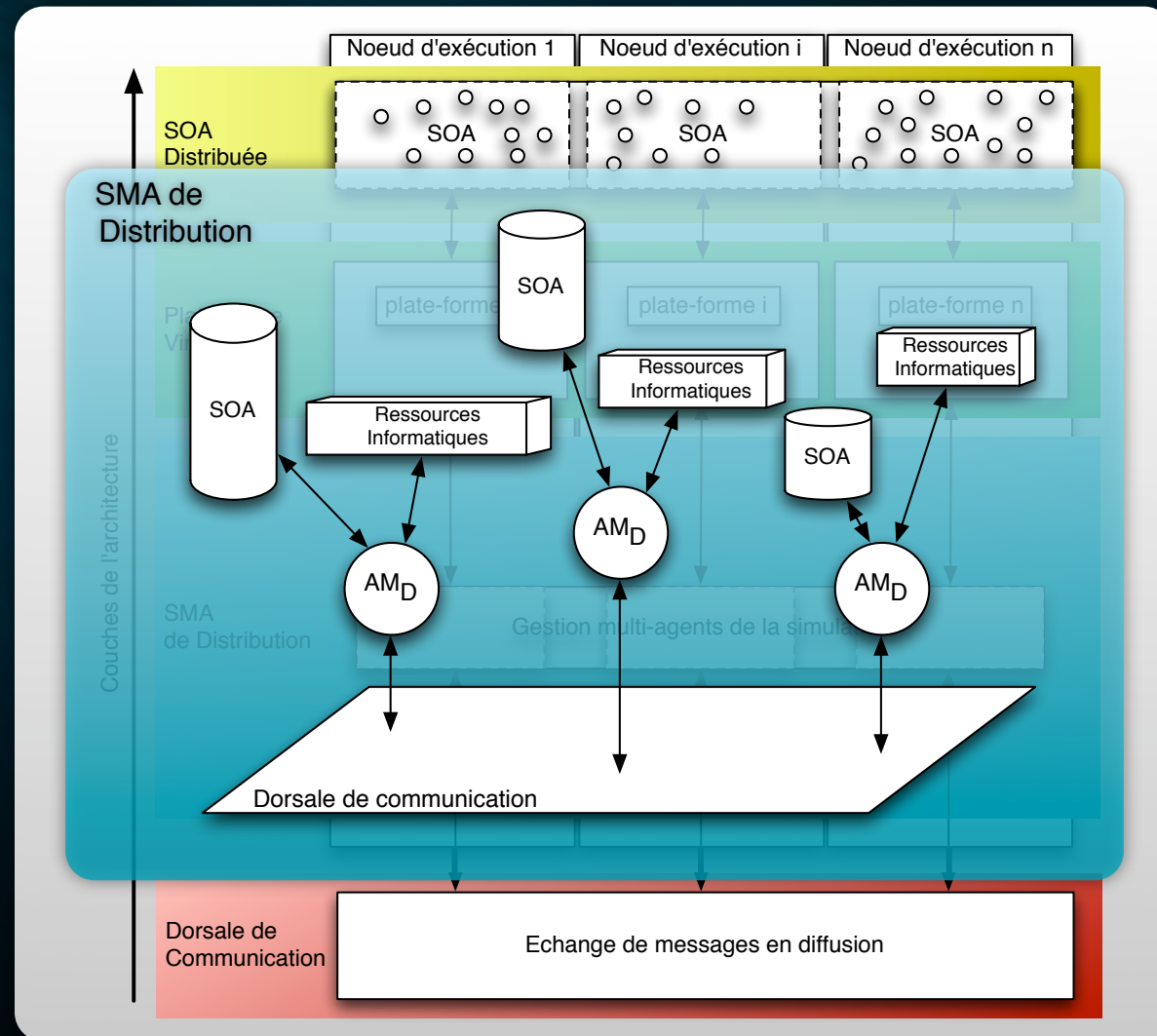


Infrastructure de Distribution pour la SOA

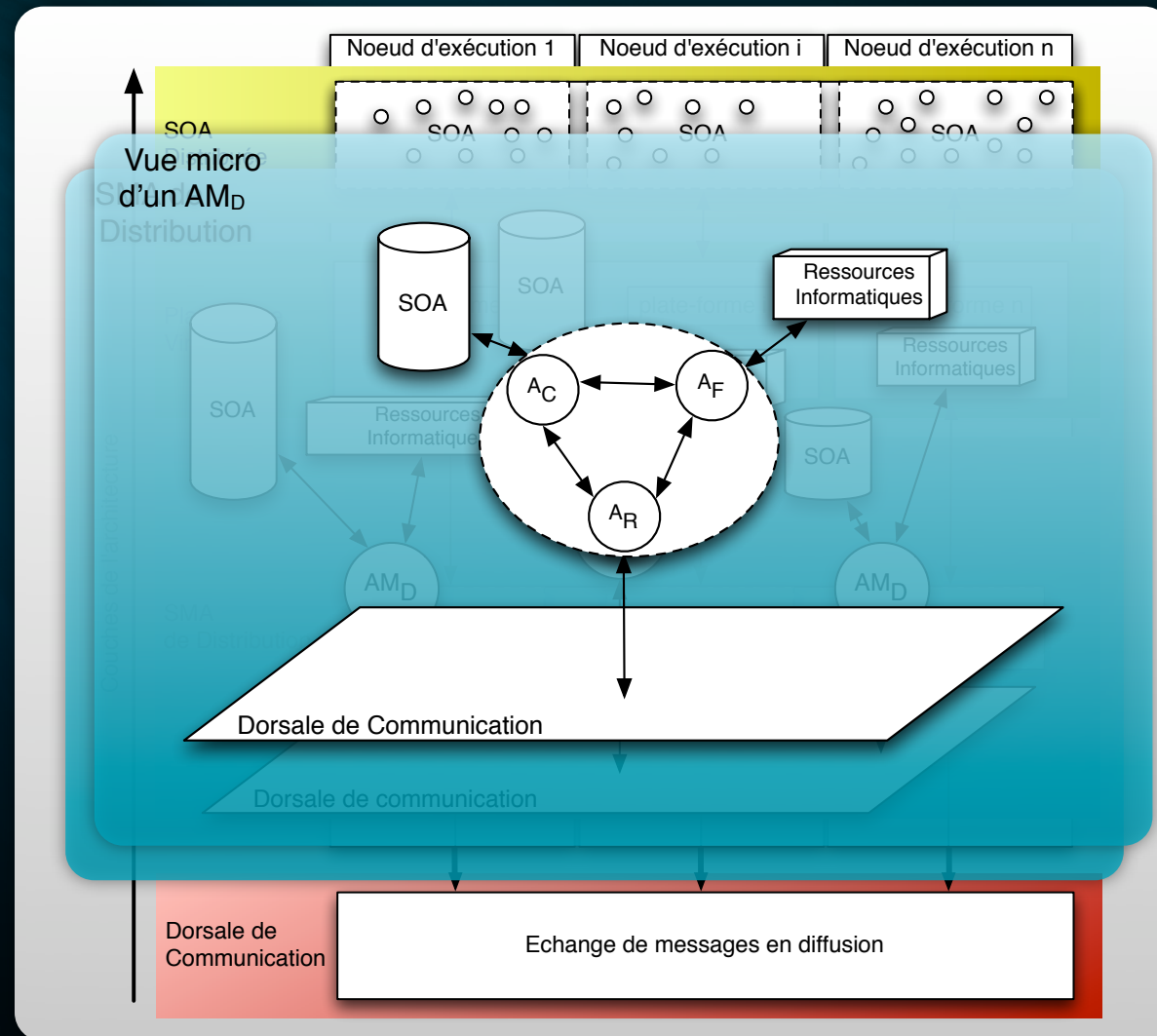


[Sebastien06tsma]
JFSMA06

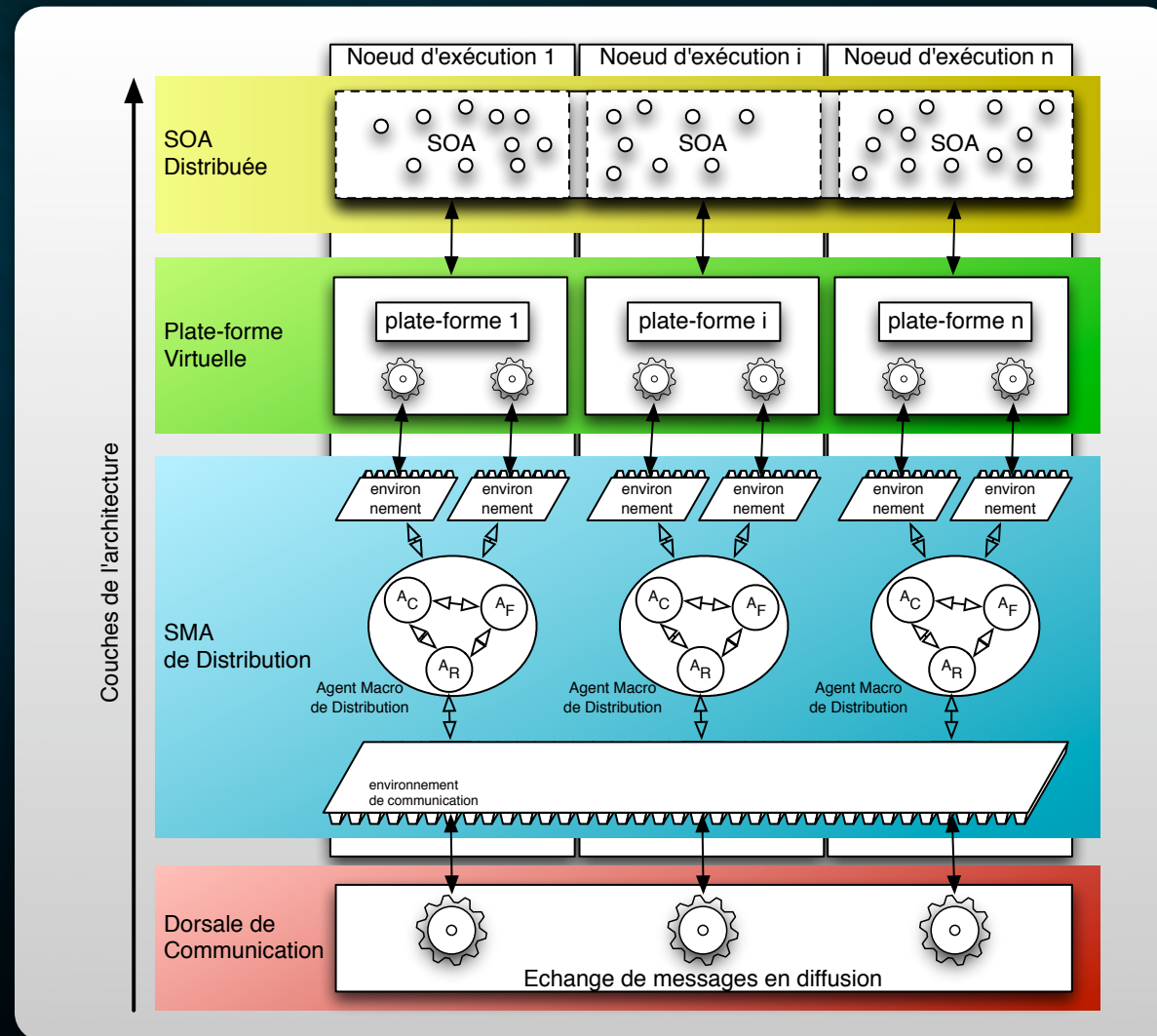
Infrastructure de Distribution pour la SOA



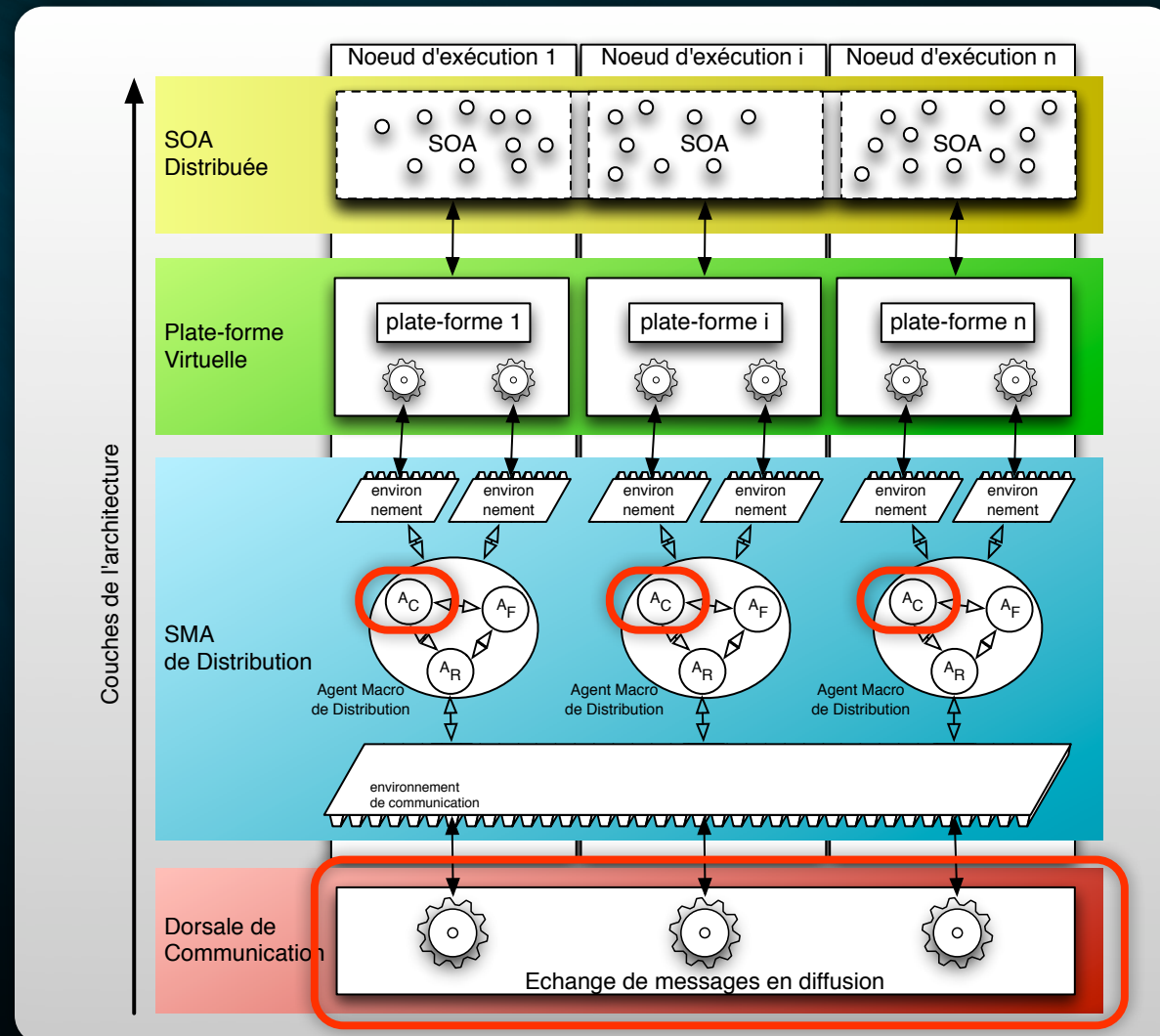
Infrastructure de Distribution pour la SOA



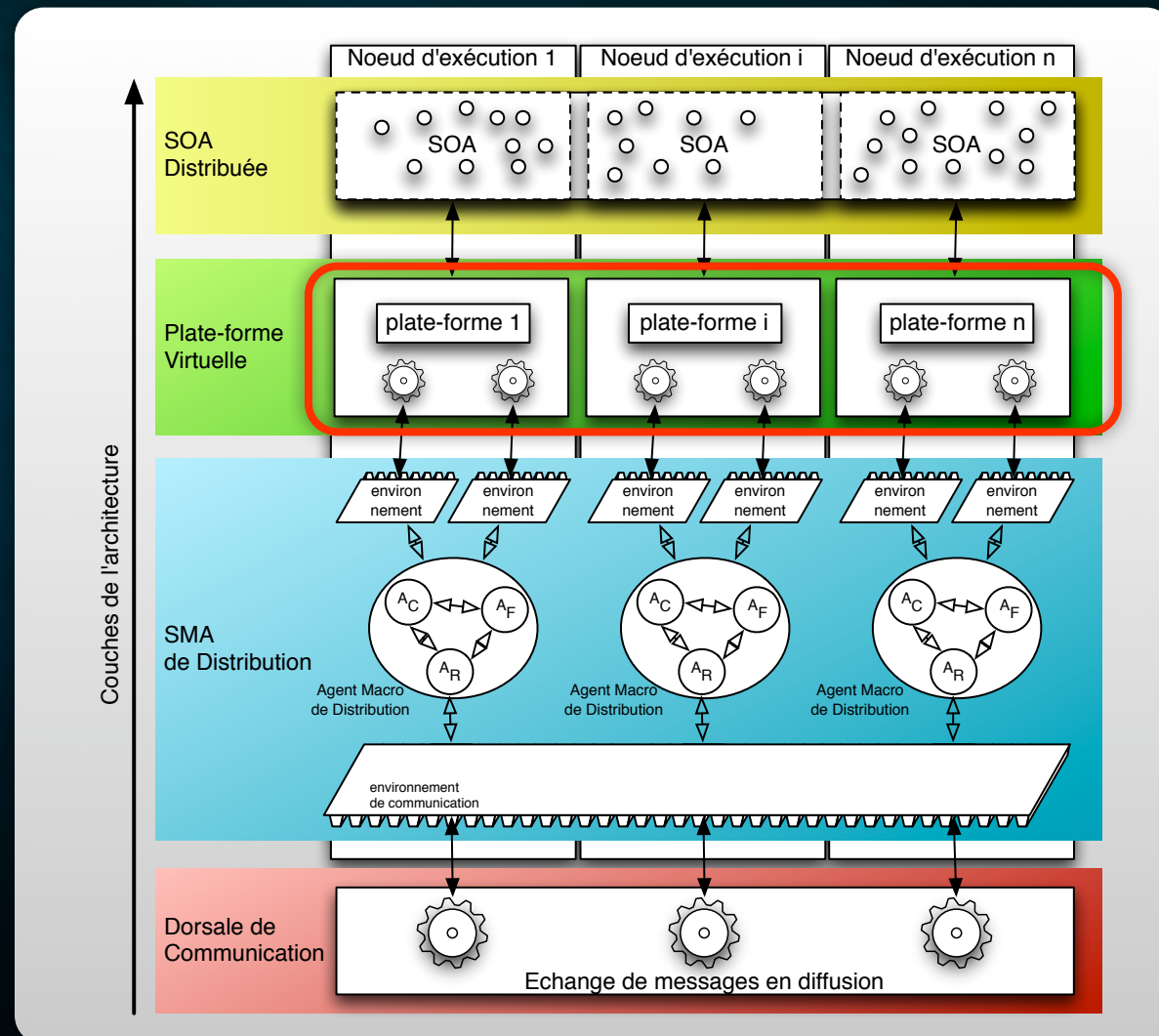
Infrastructure de Distribution pour la SOA



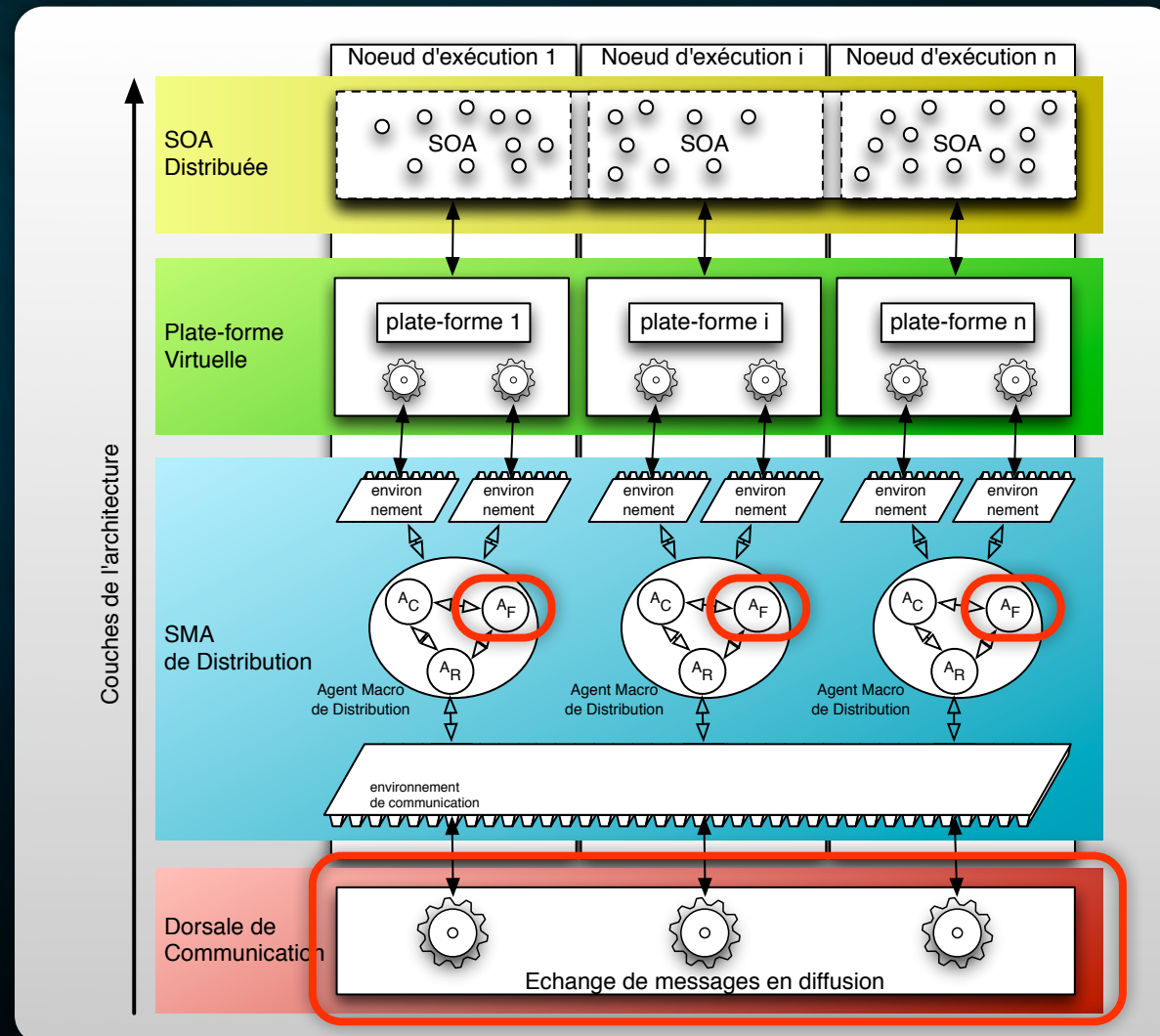
Consistance de la simulation



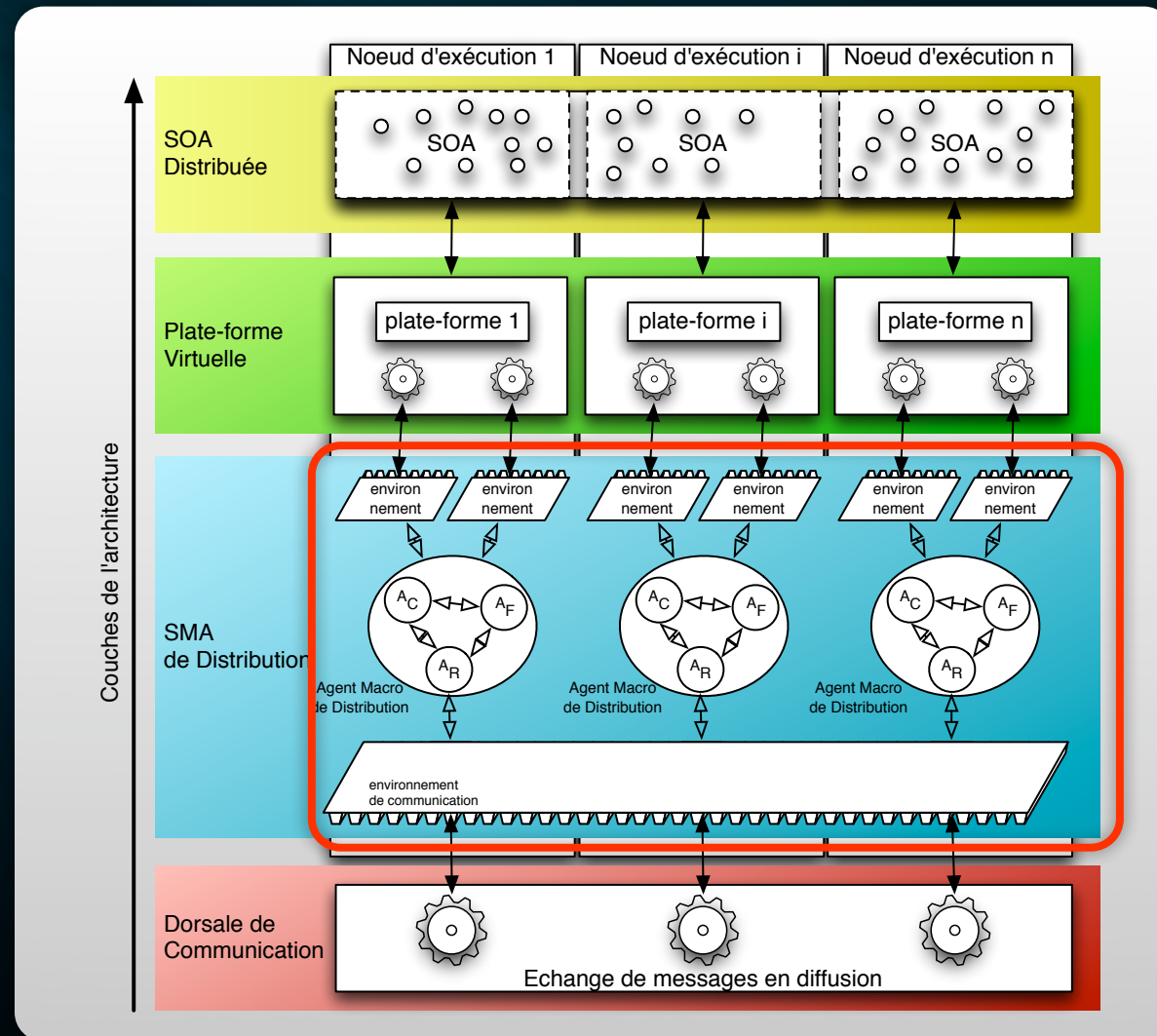
Portabilité des modèles



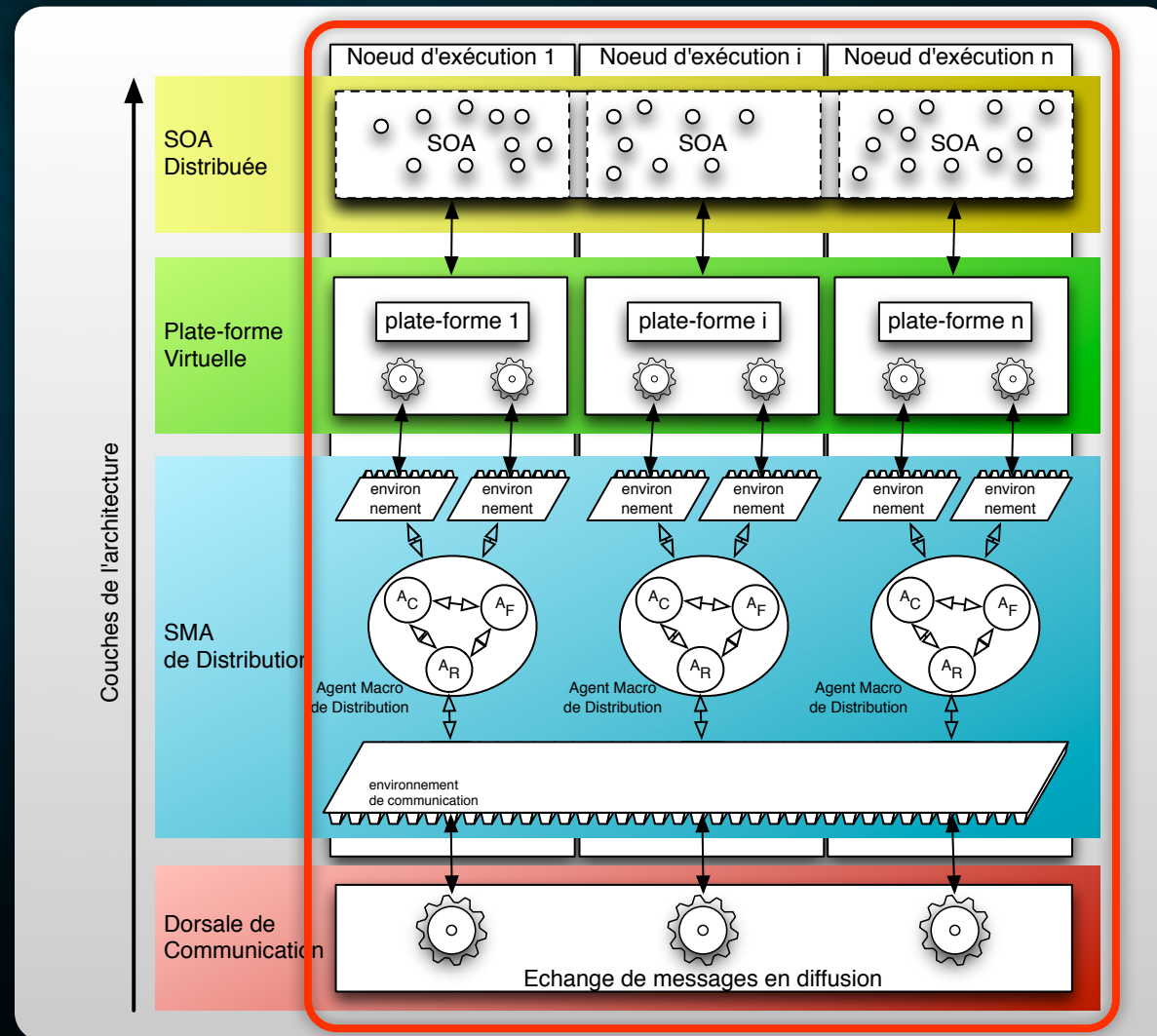
Flexibilité de l'infrastructure



Extensibilité des fonctionnalités



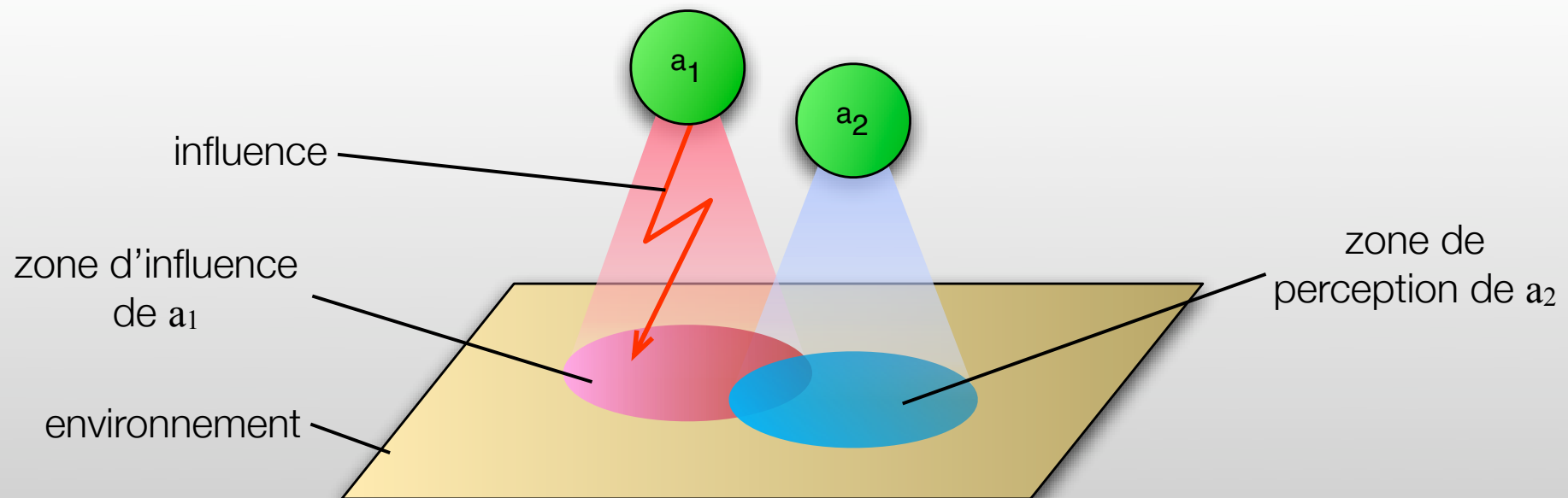
Optimalité de l'exécution



- ✦ Comment faire avancer le temps simulé dans la simulation distribuée ?

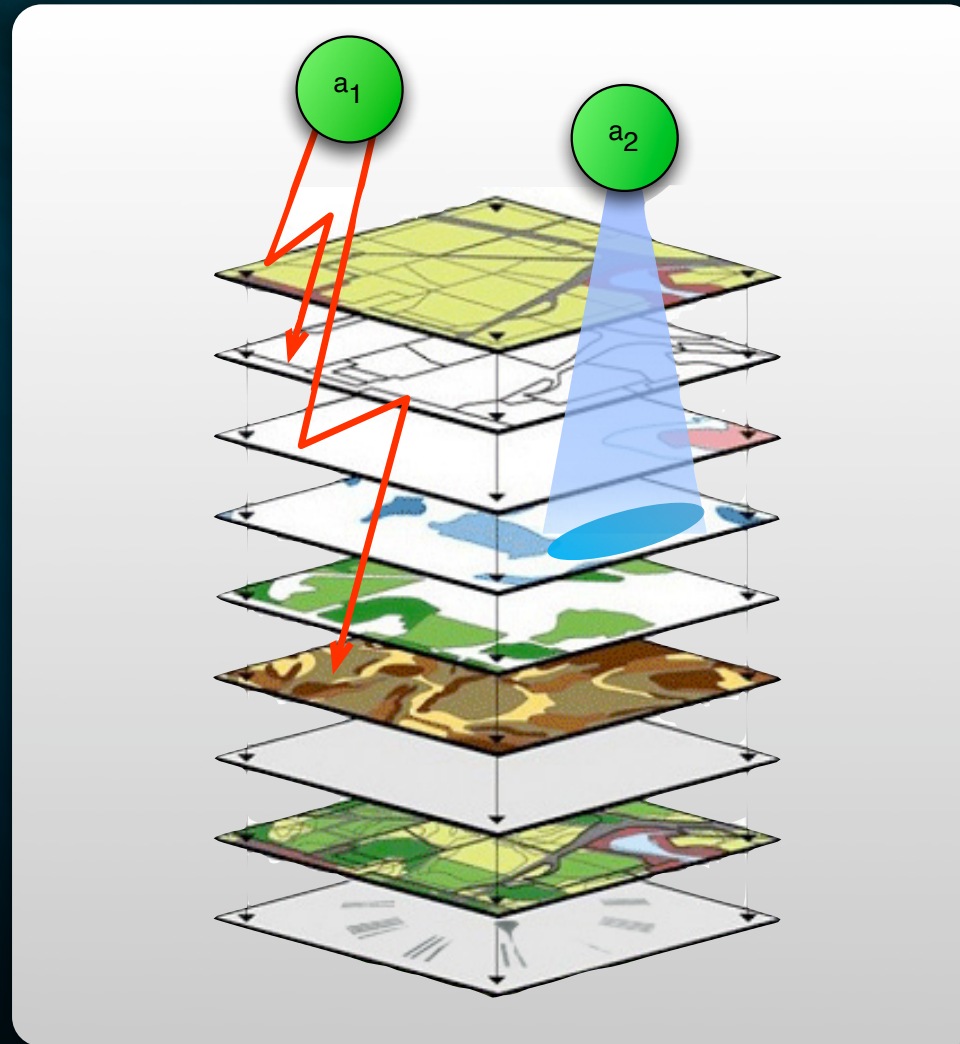
- ✦ Outils conceptuels :
 - ✦ Modèle d'interaction : Perception/Influence [Ferber95]
 - ✦ Modèle temporel : Modèle à Temporalité [Payet06]
- ✦ Approche conservative : détection a priori des liens de causalité.

Liens de causalité

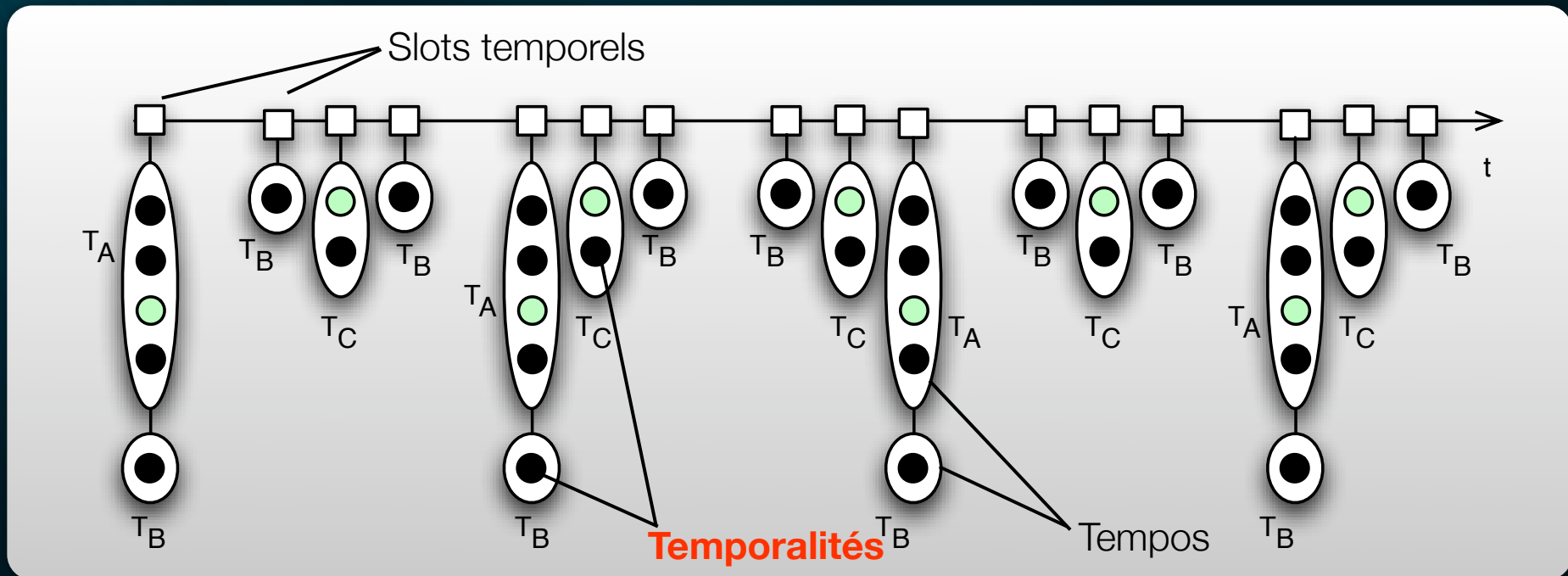


[Sebastien08atd]
ESM08

SMA Multi-Environnement

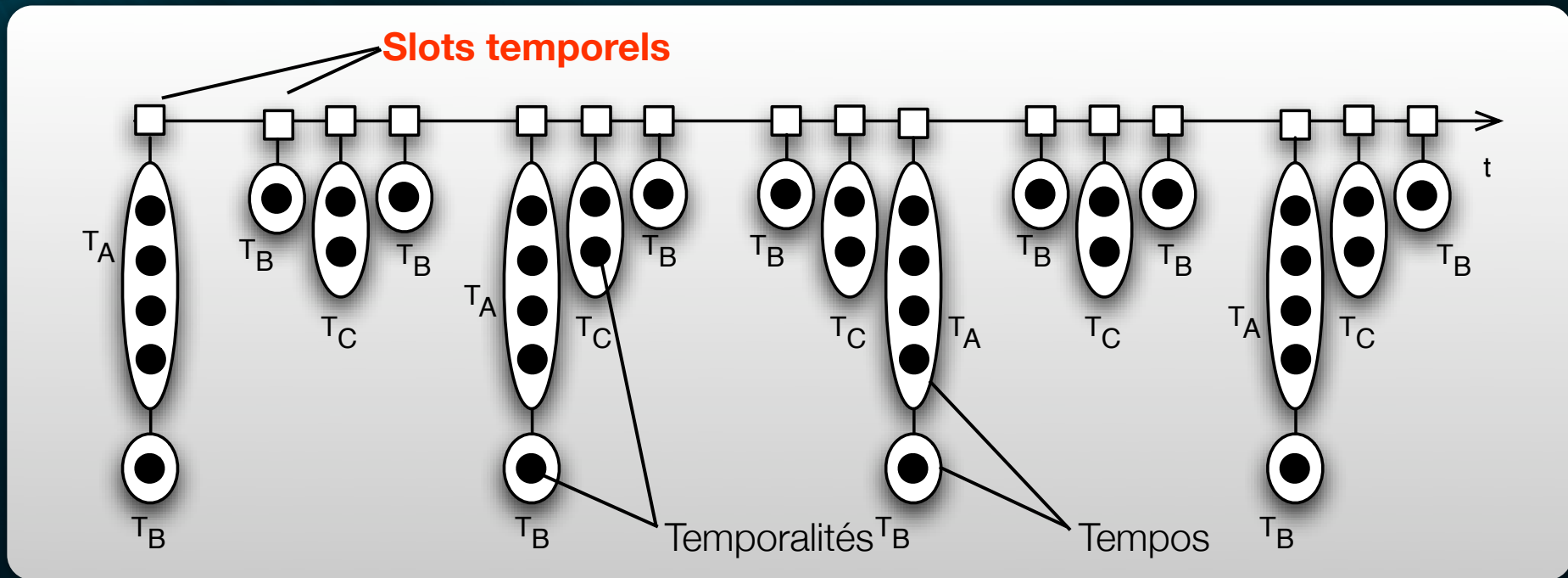


Modèle à Temporalité



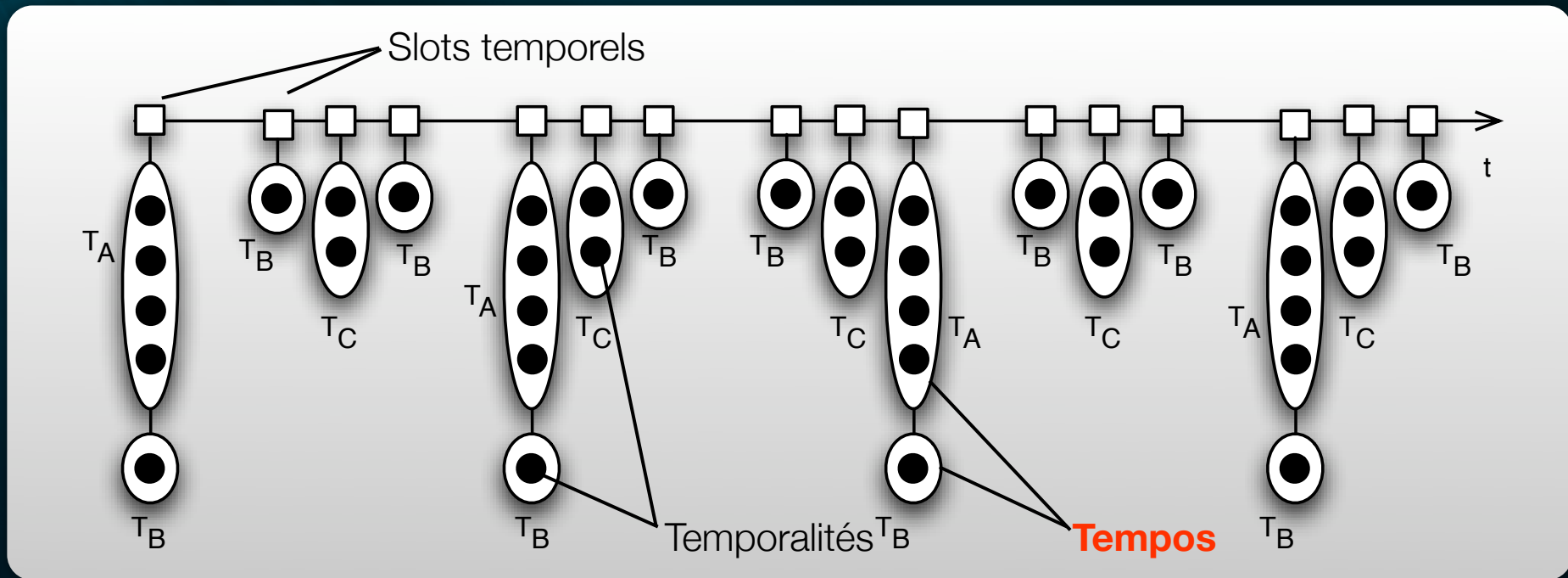
- ✦ Temporalité : structure temporelle décrivant l'activation du comportement d'un agent.

Modèle à Temporalité



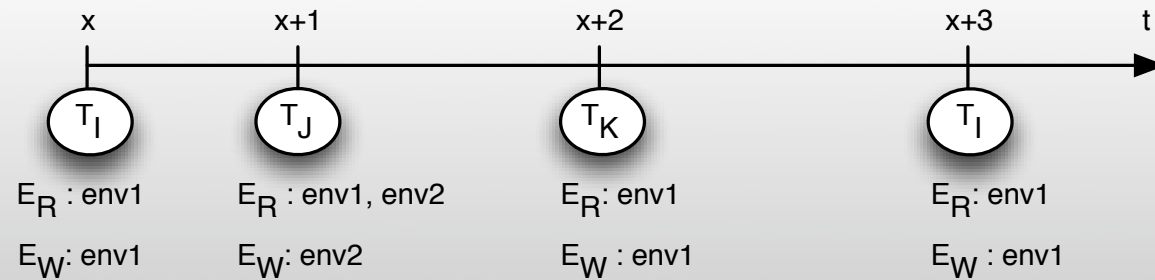
- Slot temporel : point de l'axe temporel sur lequel le moteur de simulation déclenchera l'exécution d'une temporalité.

Modèle à Temporalité



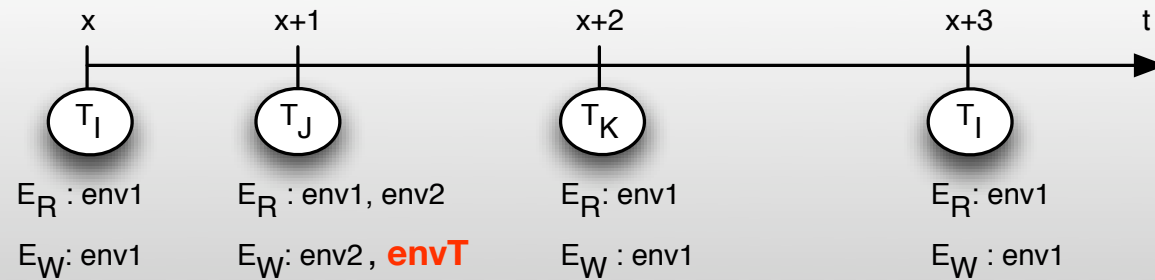
- ✦ Tempo : regroupement de temporalités partageant période et slot temporel.

Table des dépendances exemple



$T_I \rightarrow T_K$
 $T_J \rightarrow T_I \wedge T_K$
 $T_K \rightarrow T_I$

Table des dépendances exemple



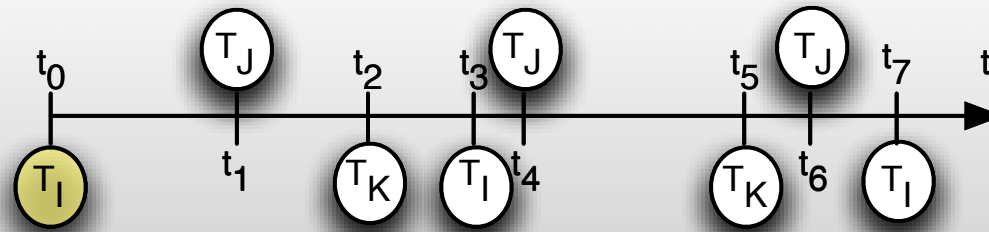
$$T_I \rightarrow T_K \wedge T_J$$

$$T_J \rightarrow T_I \wedge T_K$$

$$T_K \rightarrow T_I \wedge T_J$$

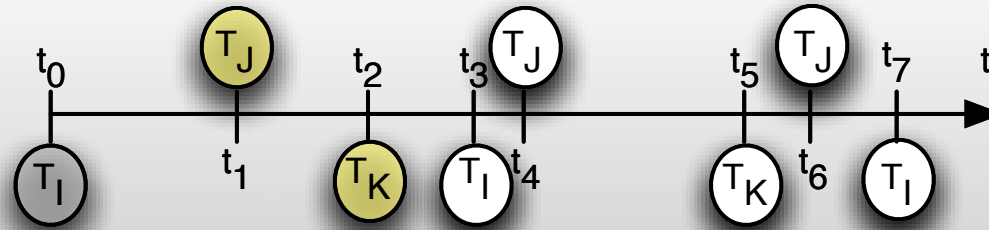
[Sebastien08adt]
JFSMA08

Exécution



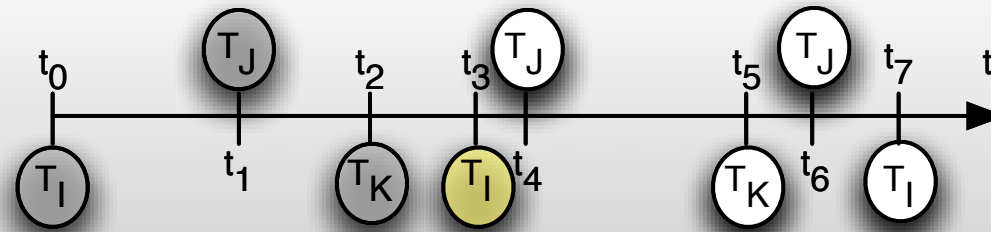
$T_I(t_0)$	$T_K(t < t_0)$	
$T_J(t_1)$	$T_I(t_0)$	$T_K(t < t_0)$
$T_K(t_2)$	$T_I(t_0)$	

Exécution



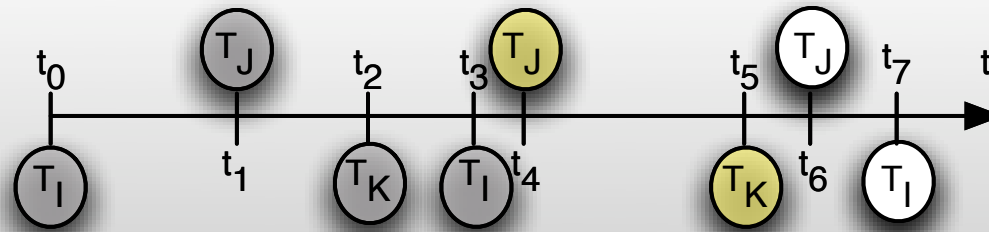
			T_I (t₃)	T _K (t ₂)	
T_I (t₀)	T _K (t < t ₀)		T_J (t₁)	T _I (t ₀)	T _K (t < t ₀)
T_J (t₁)	T _I (t ₀)	T _K (t < t ₀)	T_K (t₂)	T _I (t ₀)	
T_K (t₂)	T _I (t ₀)				

Exécution



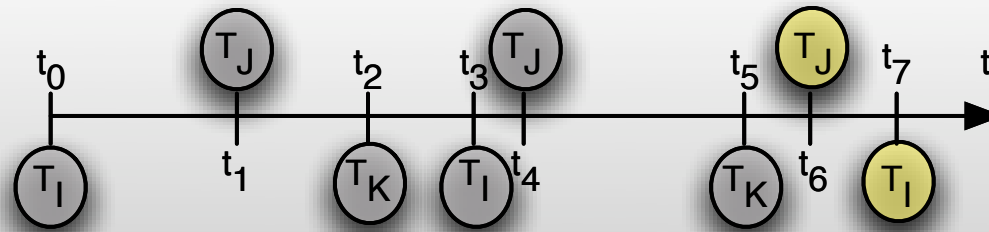
			T_I (t₃)	T _K (t ₂)	
T_I (t₃)	T _K (t ₂)		T_J (t₄)	T _I (t ₃)	T _K (t ₂)
T_J (t₁)	T _I (t ₀)	T _K (t < t ₀)	T_K (t₅)	T _I (t ₃)	
T_K (t₂)	T _I (t ₀)				

Exécution



			T_I (t₇)	T _K (t ₅)	
T_I (t₃)	T _K (t ₂)		T_J (t₄)	T _I (t ₃)	T _K (t ₂)
T_J (t₄)	T _I (t ₃)	T _K (t ₂)	T_K (t₅)	T _I (t ₃)	
T_K (t₅)	T _I (t ₃)				

Exécution



			$T_I(t_7)$	$T_K(t_5)$	
$T_I(t_7)$	$T_K(t_5)$		$T_J(t_6)$	$T_I(t_3)$	$T_K(t_5)$
$T_J(t_4)$	$T_I(t_3)$	$T_K(t_2)$	$T_K(t_5)$		
$T_K(t_5)$	$T_I(t_3)$			$T_I(t_7)$	

Equilibrage de charges dynamique

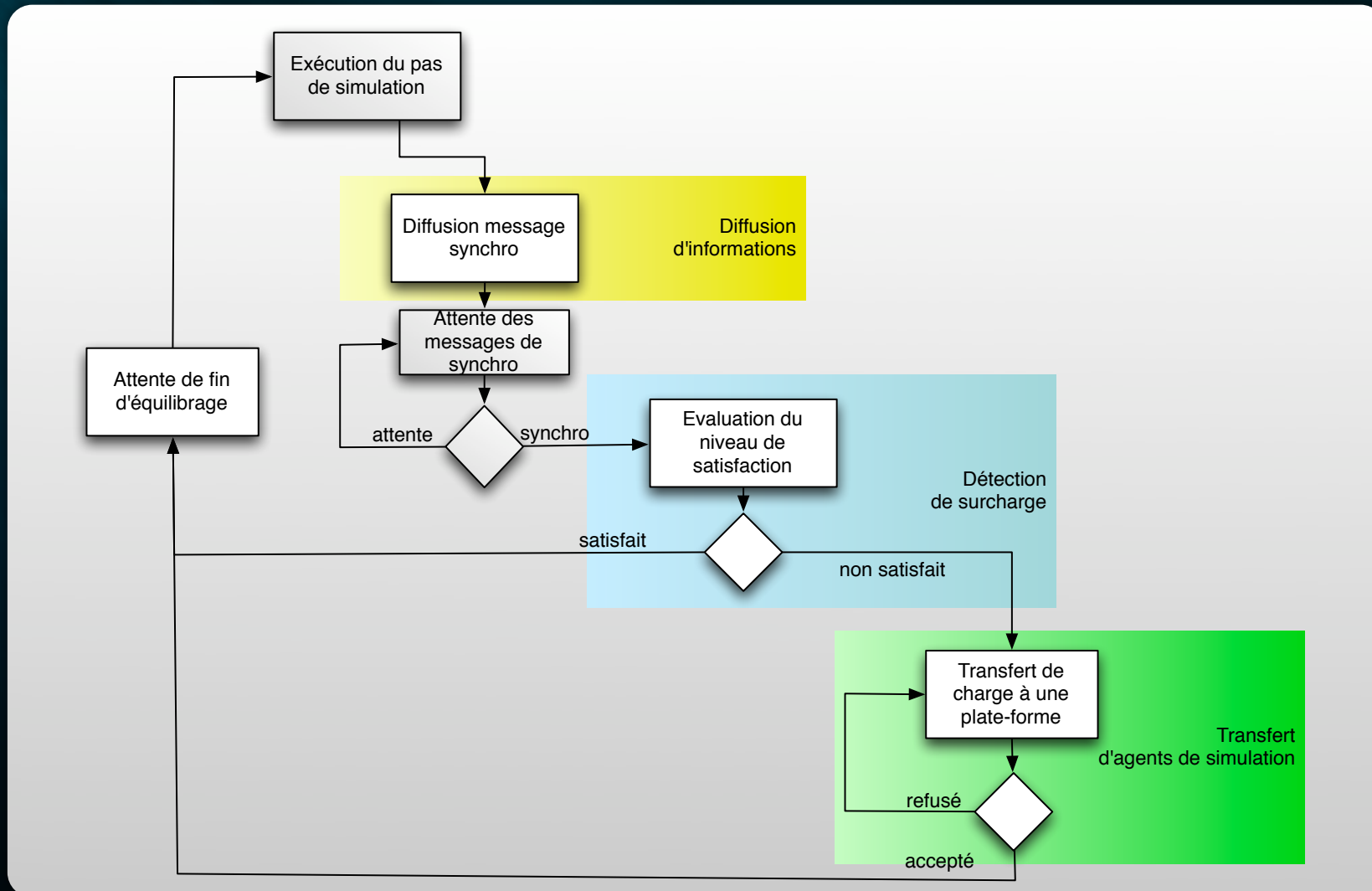
- ✦ Comment répartir une charge de simulation évoluant au cours du temps sur une infrastructure d'exécution elle-même dynamique ?

Equilibrage de charges dynamique

- ✦ Déplacement d'agents de simulation
- ✦ Exécution de type *Phase Parallel*
- ✦ Communications en diffusion

Algorithme de type Simple Diffusion Method

Algorithme en trois phases



Diffusion d'informations

- ✦ Après l'exécution d'un tempo, diffusion :
 - ✦ id_{tempo} : identifiant du tempo
 - ✦ $d_{ptf}(id_{tempo})$: durée d'exécution locale du tempo
 - ✦ $P_{ptf}(id_{tempo})$: valeur indicative de puissance

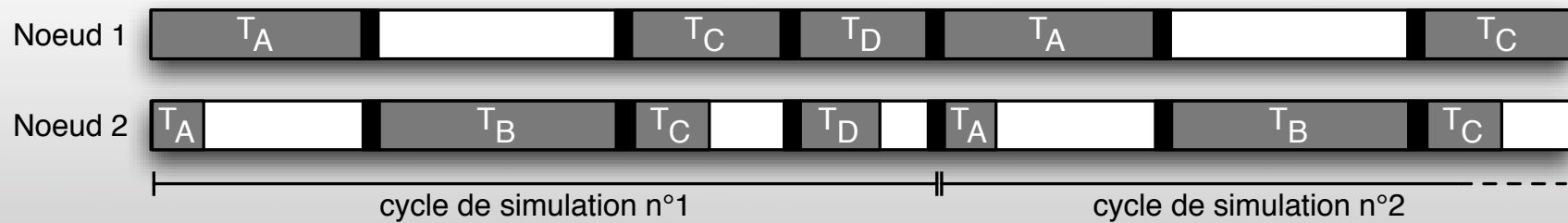
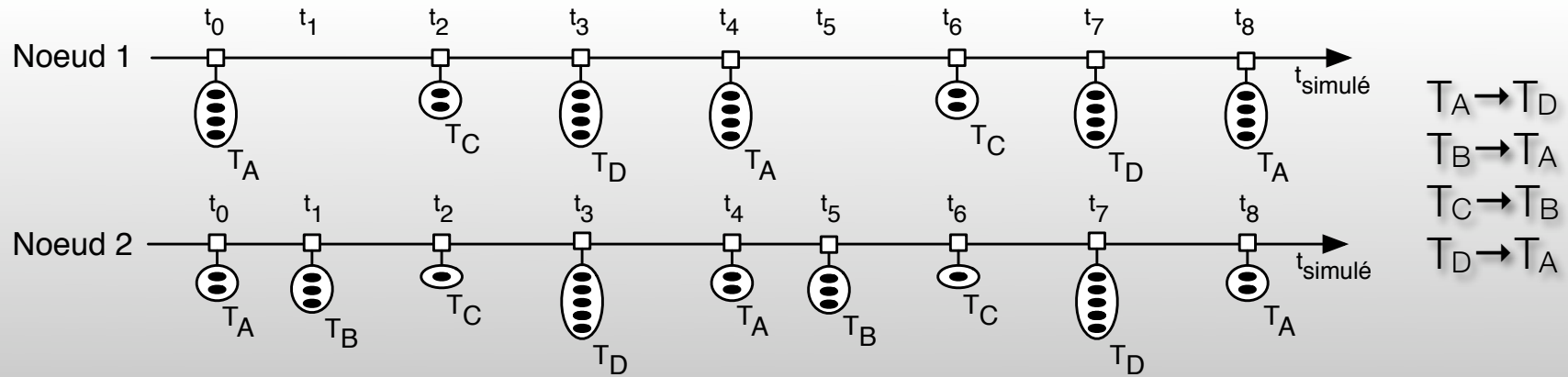
Détection de surcharges

- ✦ Chaque plate-forme vérifie son état de satisfaction pour id_{tempo} : $d_{ptf}(id_{tempo}) - \bar{d}(id_{tempo}) \leq tolerance$
- ✦ Condition satisfaisante -> attente de validation du tempo sur les autres plates-formes.
- ✦ Condition non satisfaisante -> transfert d'agents

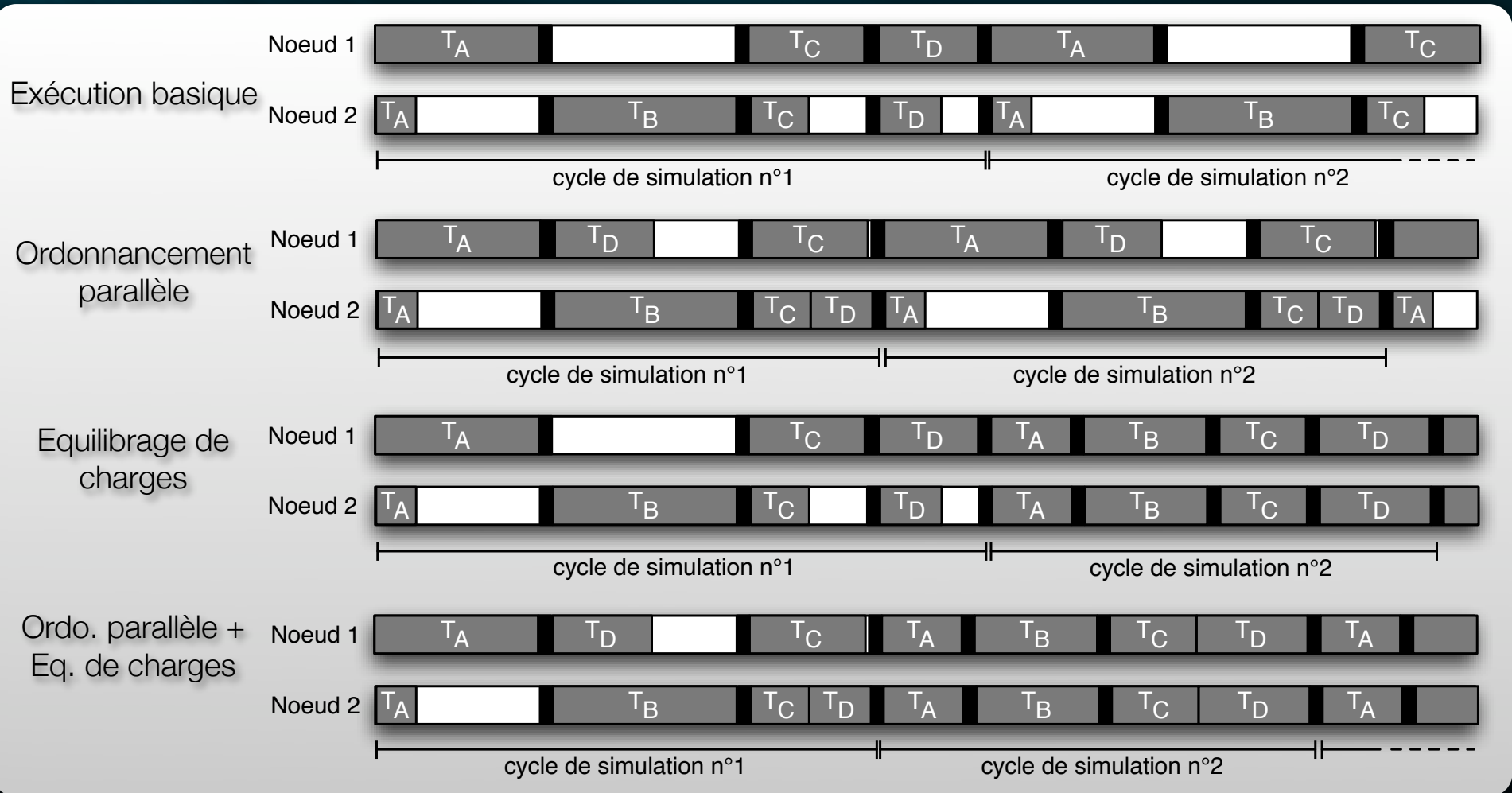
Transfert d'agents

- ✦ Identifier une potentielle plate-forme destinatrice
- ✦ Dimensionner la charge de simulation à transférer
- ✦ Sélectionner les agents de simulation à transférer
- ✦ Négocier le transfert

Exemple d'exécution



Exemple d'exécution



Plan

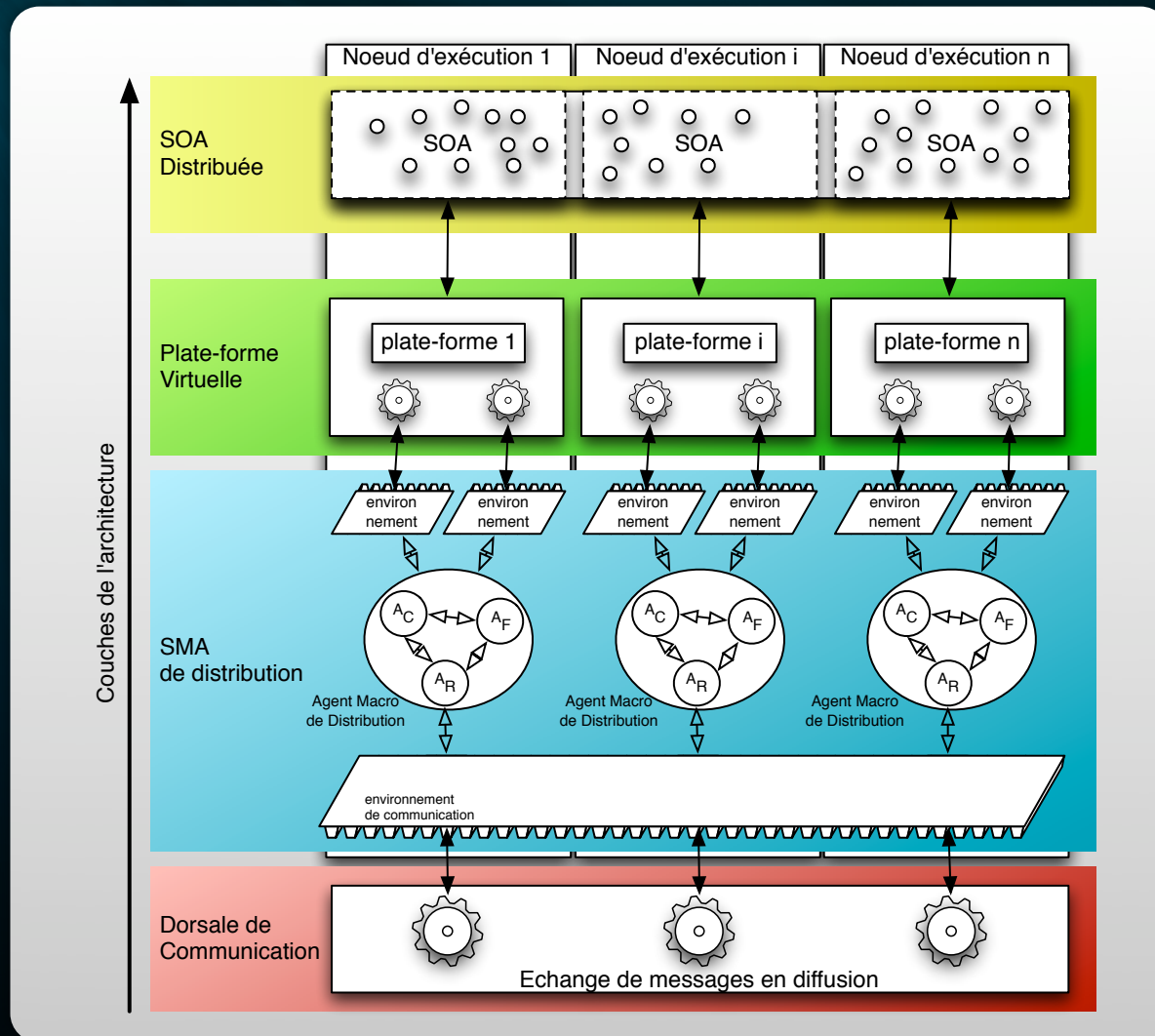
- ✦ Introduction
- ✦ Contributions
- ✦ **Prototypage et expérimentations**
- ✦ Conclusion et perspectives

Prototypage et expérimentations

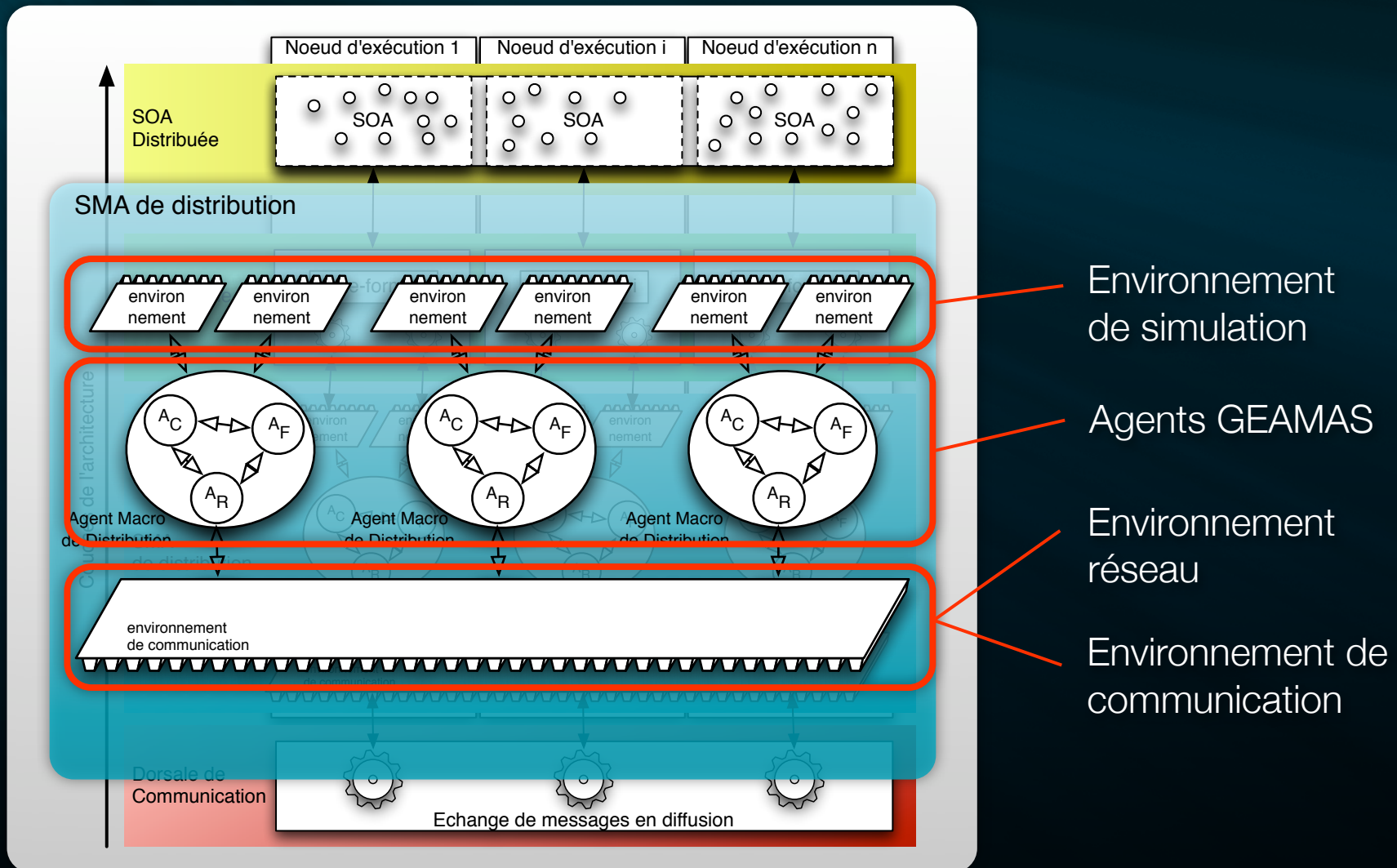
- ✦ Contributions :
 - ✦ Architecture à base d'agents
 - ✦ Algorithme d'ordonnancement parallèle exploitant le modèle de simulation
 - ✦ Algorithme d'équilibrage de charges impliquant des négociations

Systeme Complexe => expérimentations par simulation

Simuler l'exécution de simulations

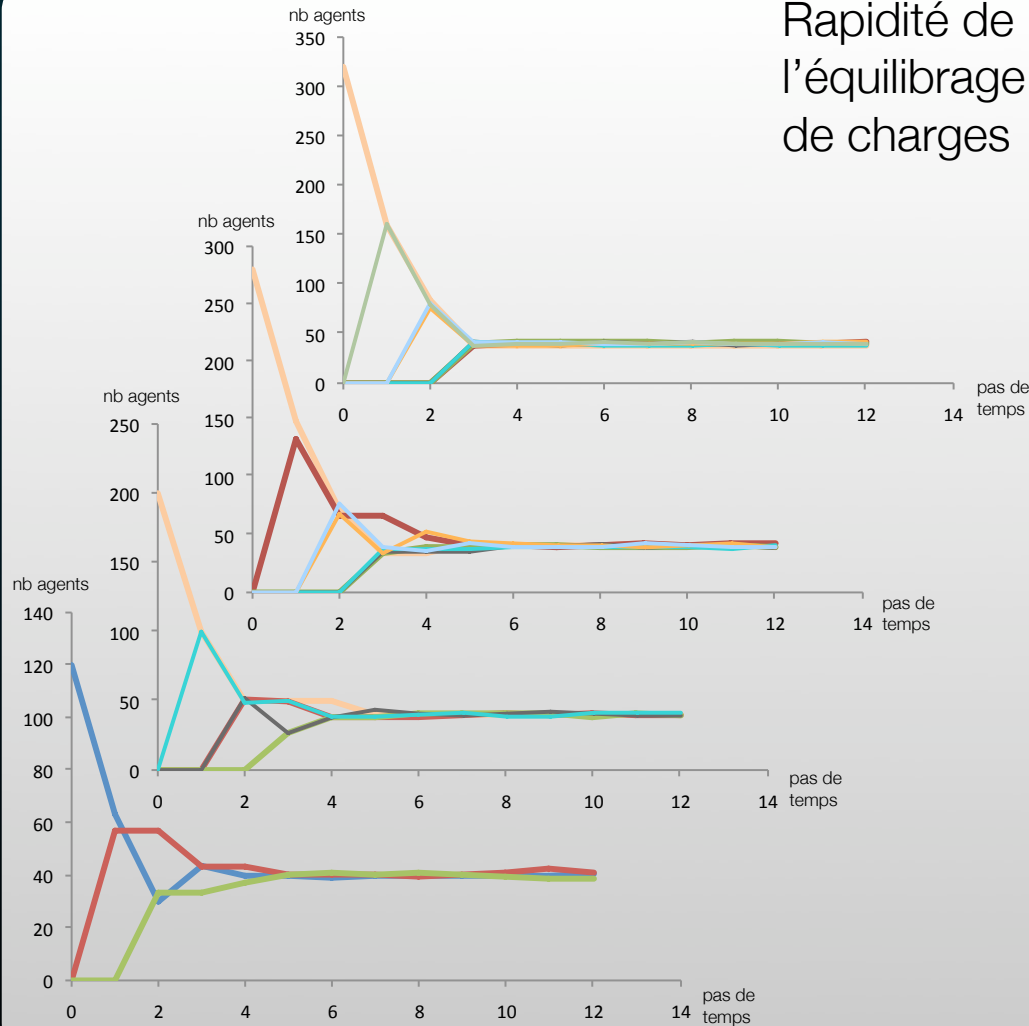


Simuler l'exécution de simulations

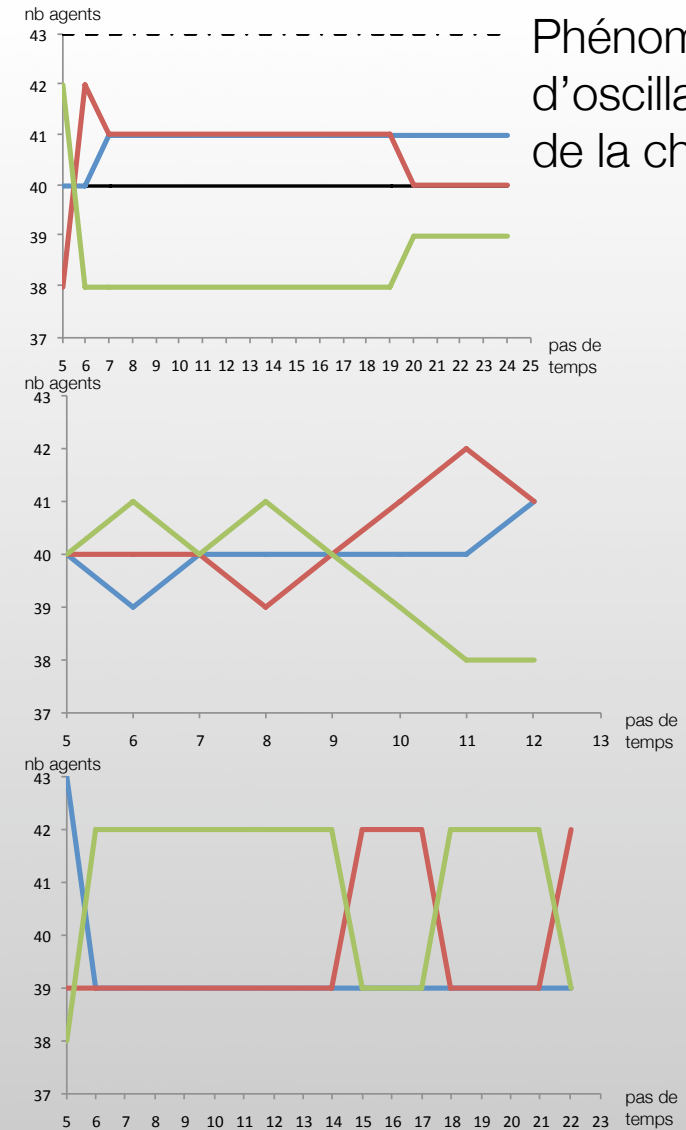


Validation et étalonnage d'algorithmes

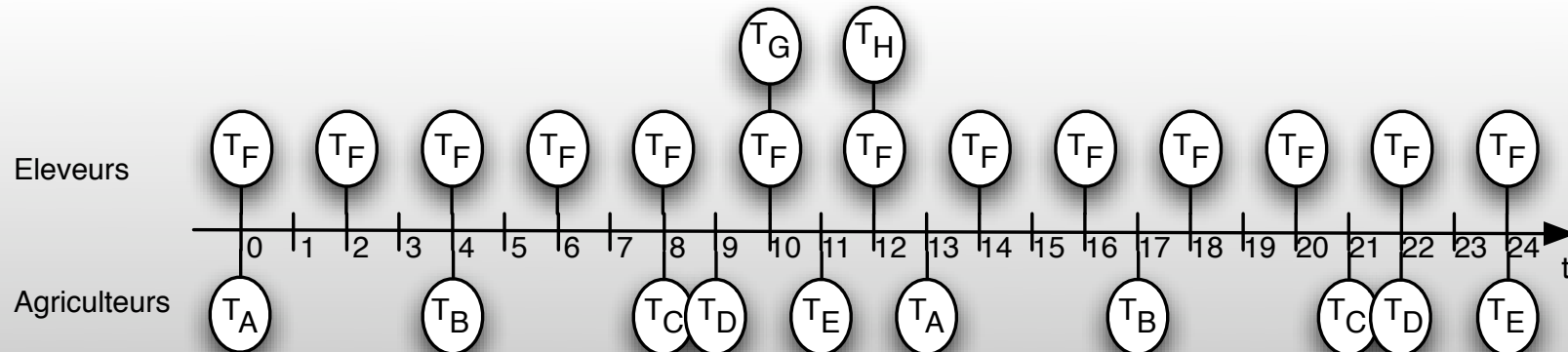
Rapidité de l'équilibrage de charges



Phénomènes d'oscillation de la charge



Exemple d'utilisation : Biomasse

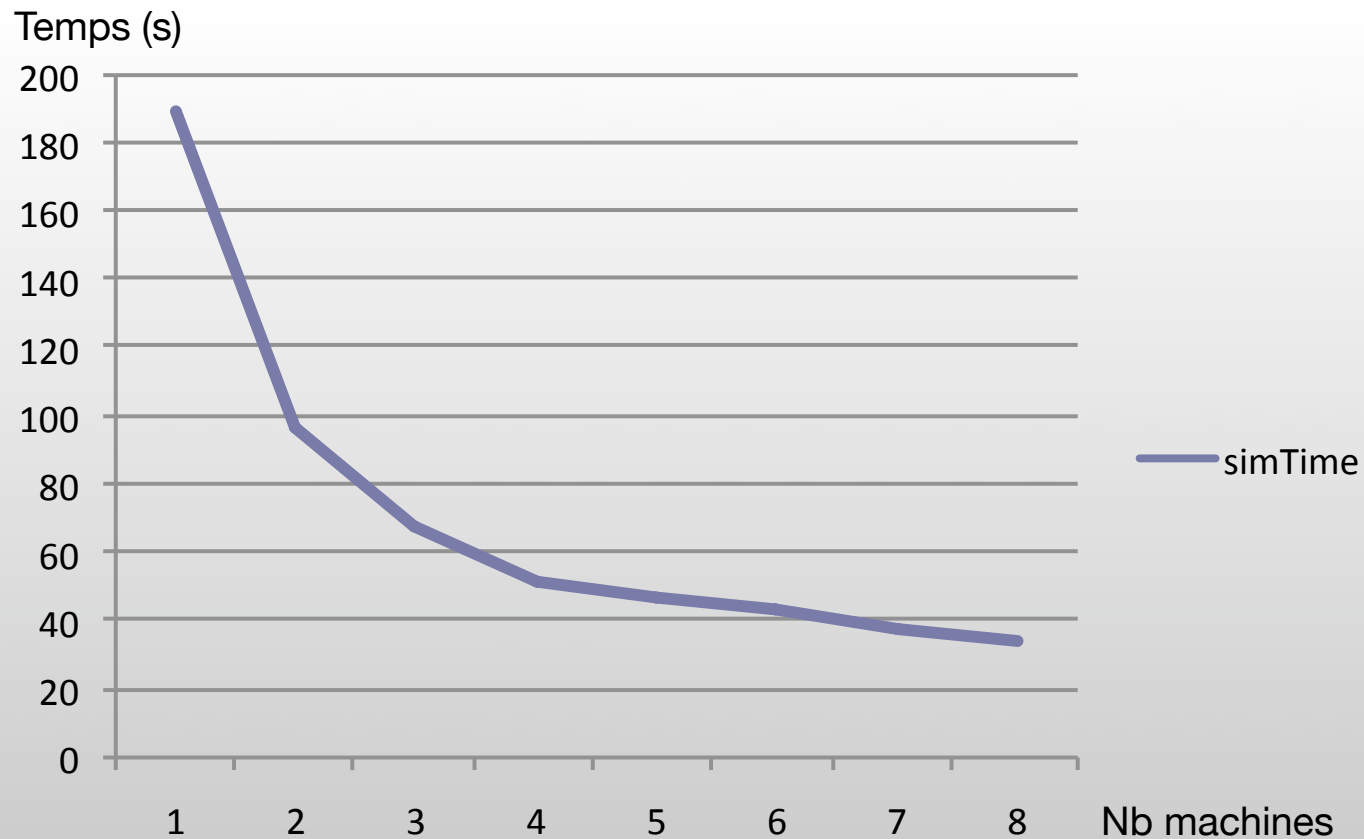


- ✦ Agents de la simulation thématiques :
 - ✦ 60 éleveurs
 - ✦ 200 agriculteurs
- ✦ Négociant de la biomasse durant T_D , T_G , T_E et T_H

Exemple d'utilisation : Biomas

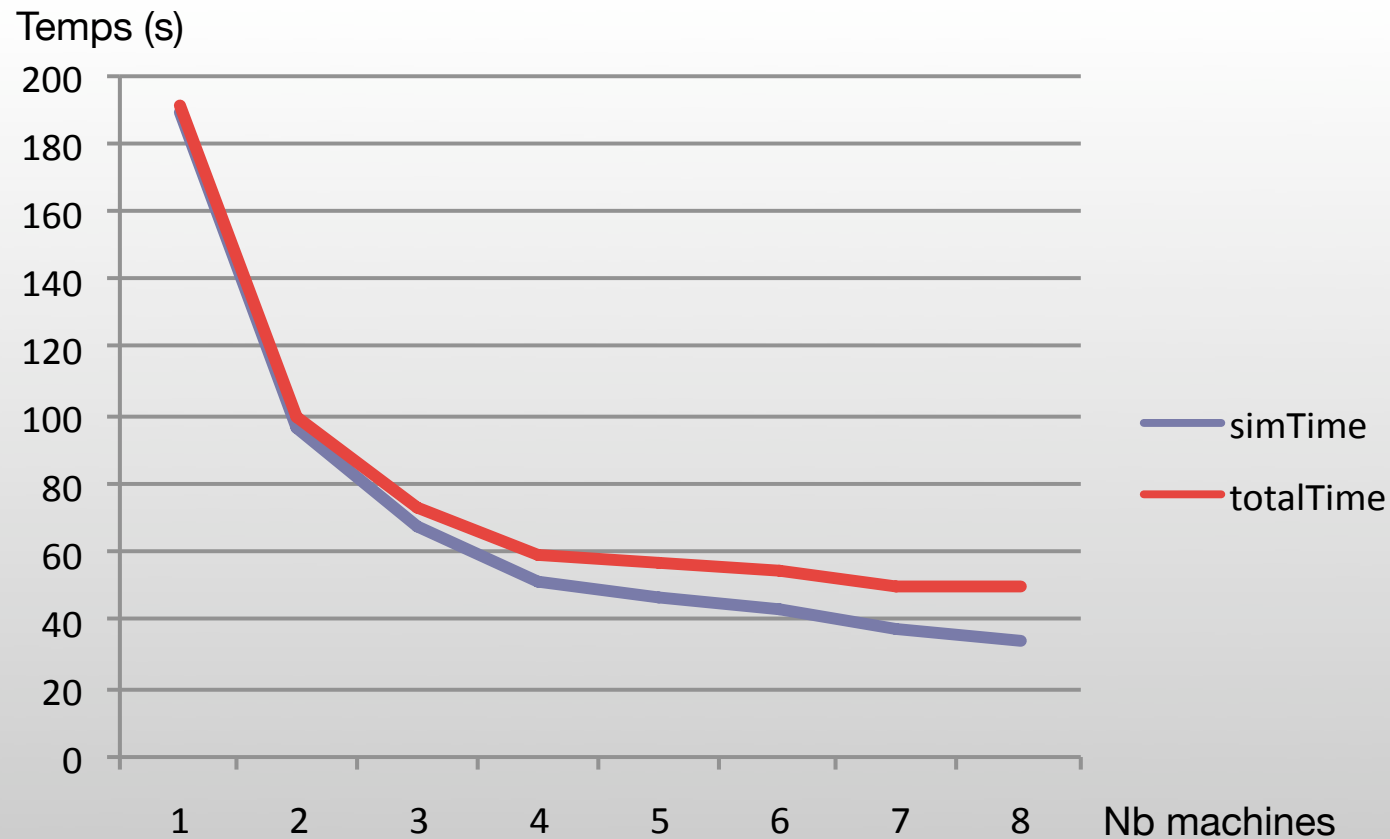
- ✦ Caractéristiques réseau : débit 66 Mb/s, délai 12,5 ms
- ✦ Ordinateurs de puissances égales
- ✦ Exécution de la simulation thématique jusqu'à $t_{ss}=130$

Exemple d'utilisation : Biomass



Evolution du temps moyen de simulation

Exemple d'utilisation : Biomas



Evolution du temps moyen de simulation

Plan

- ✦ Introduction
- ✦ Contributions
- ✦ Prototypage et expérimentations
- ✦ **Conclusion et perspectives**

Aspects conclusifs

Exécution Distribuée et Parallèle des agents de SOA

- ✦ Contributions :
 - ✦ Architecture basée sur un SMA pour la réalisation d'une infrastructure d'exécution de SOA distribuée.
 - ✦ Algorithme d'ordonnancement parallèle exploitant les informations du modèle de simulation.
 - ✦ Algorithme d'équilibrage de charges dynamique mis en œuvre par les agents de flexibilité.
- ✦ Expérimentation par simulation orientée agent

Perspectives

- ✦ Implémentation technique des algorithmes dans un cadre distribué
- ✦ Distribution de l'environnement
- ✦ Nouvelles orientations :
 - ✦ Simulation de systèmes complexes agent
 - ✦ Autres cadres d'utilisation (Data Mining, Grid)

Publications

Financement 2005-2008 :

- Bourse régionale
- Monitorat (192h eq. TD)

Financement 2008-2009 :

- ATER (96h eq. TD)

1 Revue :

- RIA 11/2009, Hermès

1 Chapitre d'ouvrage :

- Agent Technology applied to Environmental Issues, Birkhäuser

4 Conférences Internationales :

- IRI06, IEEE
- ICOOL07
- ESM08, Eurosis
- ITEE09, Springer

4 Conférences Nationales :

- 2xJFSMA06, Hermès
- JFSMA08, Cépaduès
- JFSMA09, Cépaduès

Publications

- D. Sébastien, R. Courdier, N. Conruyt, N. Sébastien, T. Tanzi, «Specimen's behaviour management: a masterpiece for Biodiversity Information System's representation» , ITEE2009, Thessaloniki, Greece, May 28-29, 2009.
- N. Sébastien, R. Courdier, D. Hoareau, M.-P. Huget, D. Payet, «Ordonnancement parallèle de simulations orientées agent : Une approche basée sur l'analyse des dépendances temporelles des influences et perceptions» , Revue d'Intelligence Artificielle, volume 23, numéro 5-6/novembre, pp. 675-697, 2009.
- D. Payet, D. David, N. Sébastien «Auto-génération d'Environnement : l'exemple d'Infinite Forest» , JFSMA09, Lyon, France, 19-21 octobre 2009.
- N. Sébastien, R. Courdier, D. Hoareau, M.-P. Huget «Analyse des dépendances temporelles des influences et perceptions pour l'exécution distribuée de simulations orientées agent» , JFSMA08, Brest, France, 15-17 octobre 2008.
- N. Sébastien, R. Courdier, D. Hoareau, M.-P. Huget, «Analysis of temporal dependencies of perceptions and influences for the distributed execution of agent-oriented simulations» , ESM08, Le Havre, France, 27-29 octobre 2008.
- N. Conruyt, D. Sébastien, R. Courdier, D. David, N. Sébastien, T. Ralambondrainy, «Designing an Information System for the Preservation of Insular Tropical Environment in Reunion Island Integration of Databases, Knowledge Bases and MultiAgent Systems by using Web Services» , Book section of Agent Technology Applied to Environmental Issues, edited by U. Cortes and P. Manel, ed. Birkhäuser, pp. 77-106, 2008.
- N. Sébastien, T. Ralambondrainy, M. Rakotobe, «A simple adaptive learning scenario for web-based learning environment: a solution to the YouTube issue?» , ICOOL07, Penang, Malaisie, 11-14 juin 2007.
- N. Sébastien, R. Courdier, M.-P. Huget, «Toile SMA pour la distribution de simulations larges échelles» , JFSMA06, Annecy, France, 17-20 octobre 2006.
- D. Payet, R. Courdier, T. Ralambondrainy, N. Sébastien, «Le modèle à Temporalité : pour un équilibre entre adéquation et optimisation du temps dans les simulations agents» , JFSMA06, Annecy, France, 17-20 octobre 2006.
- D. Payet, R. Courdier, N. Sébastien, T. Ralambondrainy, «Environment as support for simplification, reuse and integration of processes in spatial MAS» , IRI 2006, Hawaii, USA, 16-18 septembre 2006.