

*17èmes Journées Francophones des Systèmes Multi-Agents  
Lyon, France, 19 – 21 Octobre 2009*

# Analyse des critères d'évaluation de systèmes multi-agents adaptatifs

**Elsy Kaddoum\***, Marie-Pierre Gleizes\*,  
Jean-Pierre Georgé\*, Pierre Glize<sup>o</sup>, Gauthier Picard<sup>~</sup>

\*SMAC, Institut de Recherche en Informatique de Toulouse, Université de Toulouse III, France

<sup>o</sup> UPETEC, Emergence TEChnologies for Unsolved Problems, Ramonville Saint Agne, France

<sup>~</sup> SMA@G2I, École Nationales Supérieure des Mines de Saint-Étienne, France

- Introduction
  - Motivations
  - Objectifs
  
- Critères d'évaluation
  - Fonctionnement du système
  - Caractéristiques intrinsèques
  - Méthodologie de développement
  
- Discussion
  - Evaluation comparative
  - Analyse
  
- Conclusion & Perspectives

# Motivations

---

- **Complexité** croissante des applications actuelles
  - Exemples : système de gestion de production, intelligence ambiante
- **SMA adaptatifs**
  - Propriétés **Self-\*** → **Auto-adaptation**
    - Auto-régulation, Auto-stabilisation/homéostasie, Auto-organisation, etc.
- ☺ **Dynamique, robustesse, autonomie**
- ☹ **Validation**

# Objectifs

---

- *Adéquation fonctionnelle malgré les perturbations, grâce aux propriétés Self-\* ?*
- *Avantages des systèmes Self-\* ?*
- **Evaluation empirique**
- Analyse des critères essentiels pour l'évaluation
- **Deux comportements**
  - Nominal ( $N$ )
  - Auto-adaptatif (Self-adaptive ( $S$ ))

- Introduction
  - Motivations
  - Objectifs
- Critères d'évaluation
  - Fonctionnement du système
  - Caractéristiques intrinsèques
  - Méthodologie de développement
- Discussion
  - Evaluation comparative
  - Analyse
- Conclusion & Perspectives

# Fonctionnement du système

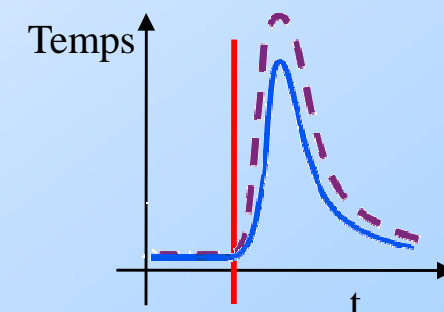
---

- *Résolution adéquate du problème ?*
- *Robustesse du système ?*
- Etude du comportement du système
  - Exécution
  - Résultats obtenus
- Deux **catégories**
  - Performances (temps, charge de communication, précision/qualité, progression, utilisation de la mémoire)
  - Homéostasie et Robustesse (Robustesse, Temps d'adaptation)

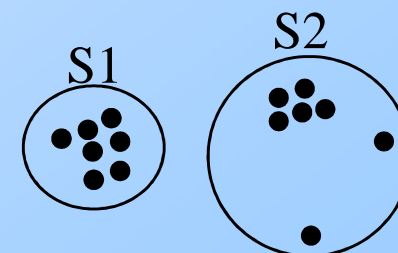
# Fonctionnement - Performances

---

- **Temps** [*Clair 08, Hansen 08, Meignan 08, Lynch 96*]
  - Ⓢ Rapidité
  - Ⓢ Temps CPU, opérations coûteuses, **cycles de vie des agents...**
  - Ⓢ Temps de travail nominal / Temps d'auto-adaptation
  - Ⓢ Moyenne des différences des temps entre deux scénarios



- **Indéterminisme** [*Gaillard 08, Chiarandini 05*]
  - Ⓢ Fiabilité du système
  - Ⓢ Distance entre les solutions d'un même scénario



# Fonctionnement - Performances

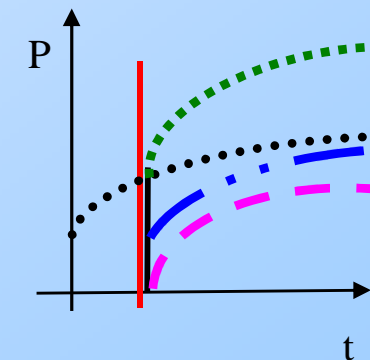
---

- **Précision/Qualité** [Parunak 04]

- Ⓢ Adéquation fonctionnelle
- Ⓒ Distance entre solution obtenue et solution optimale
- Ⓡ Influence de l'auto-adaptation

- **Progression** [Clair 08]

- Ⓢ Atteinte d'une solution par le système
- Ⓒ Pourcentage du but atteint à chaque étape
- Ⓡ Influence de l'auto-adaptation
  - **maintien**, **amélioration**, **ralentissement** ou **diminution** de la progression

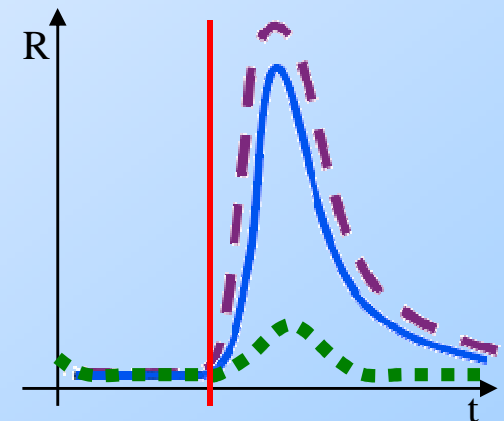


# Fonctionnement - Robustesse et Homéostasie

Maintien du fonctionnement du système dans des environnements hautement dynamiques [Robertson 00, Würtz 86]

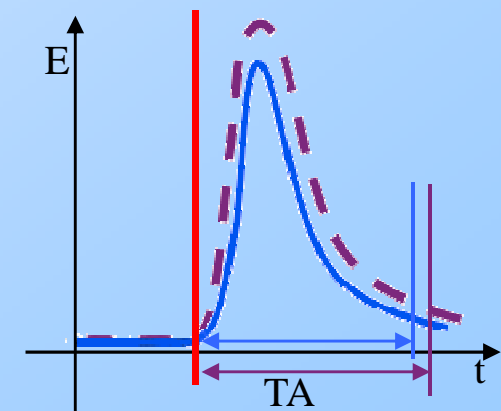
- **Robustesse**

- Ⓢ Maintien du comportement
- Ⓢ Variation faible de la qualité de la solution
- Ⓢ Changements minimaux pour atteindre le nouvel état



- **Temps d'adaptation**

- Ⓢ Temps nécessaire pour retrouver un état stable
- Ⓢ Un type de perturbations
- Ⓢ Deux niveaux: local et global



# Caractéristiques intrinsèques

---

- *Qualités du système self-\* dans toutes les situations ?*
- **Complexité algorithmique** [Fortnow 03, Herbert 86]
  - Approche classique pour les systèmes centralisés
  - Systèmes décentralisés?
- **Décentralisation et résolution locale** [Bonnet 08, Dréo05, Jelasity 06, Papadimitriou 90]
  - Complexité algorithmique locale
  - Décentralisation
  - Effet des actions locales
  - Connaissances initiales et acquises
  - Influence du nombre d'agents

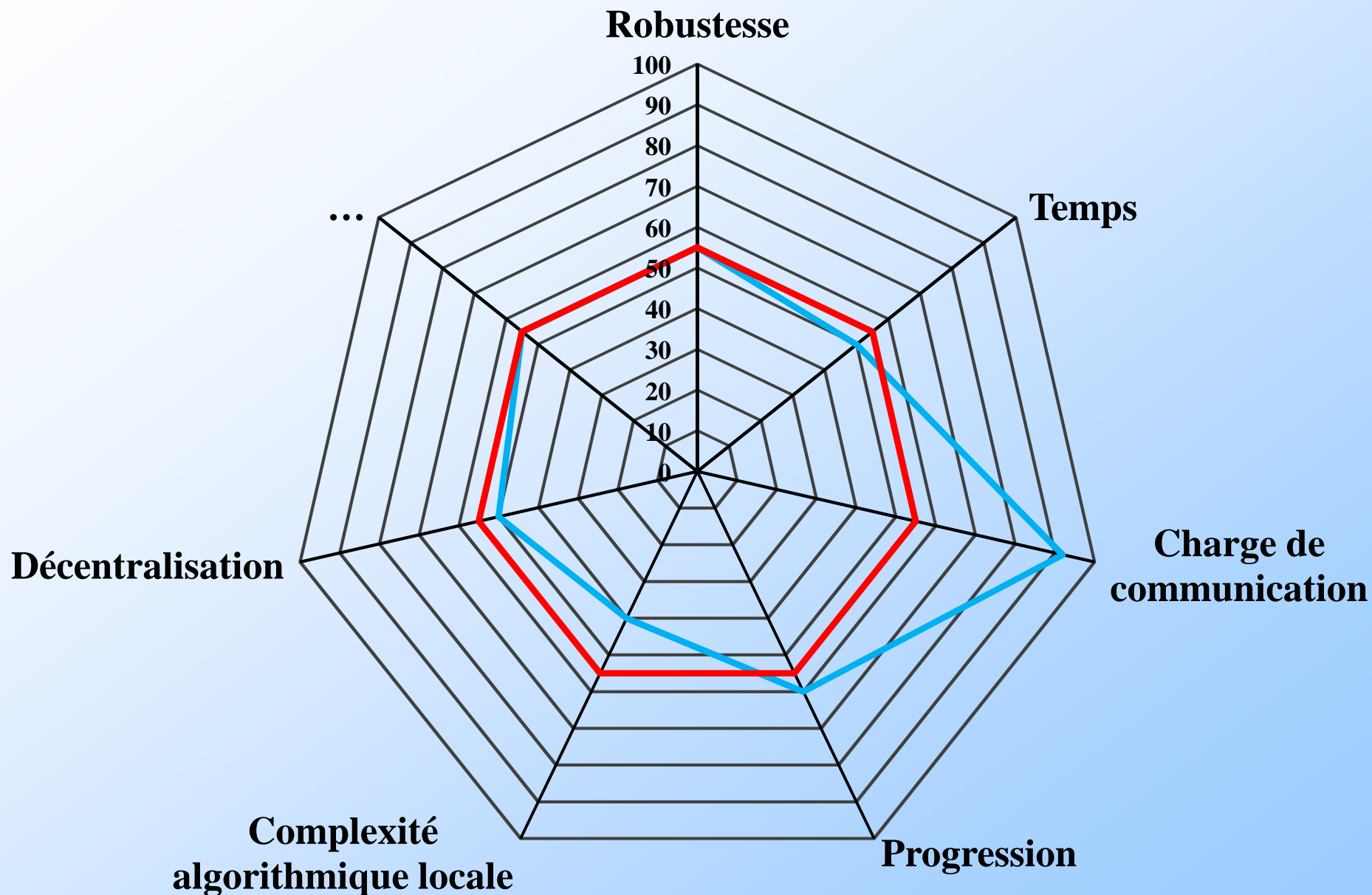
# Méthodologie de développement

---

- *Conception facilité d'un système similaire ?*
- *Maîtrise des spécificités du développement des SMA adaptatifs ?*
- Critères **qualitatifs, subjectifs**
- Evaluation des **efforts** et des **connaissances** nécessaires pour
  - Utilisation de la méthodologie par des non spécialistes →  
Facilité de **l'identification des agents** [Dorigo 04, Hirayama 05, Picard 06]
  - Adaptation du concept général à un problème donné →  
**Généricité & Flexibilité**
  - Mise en place d'un environnement dédié →  
**Déploiement et distribution** du système [Mamei 05]

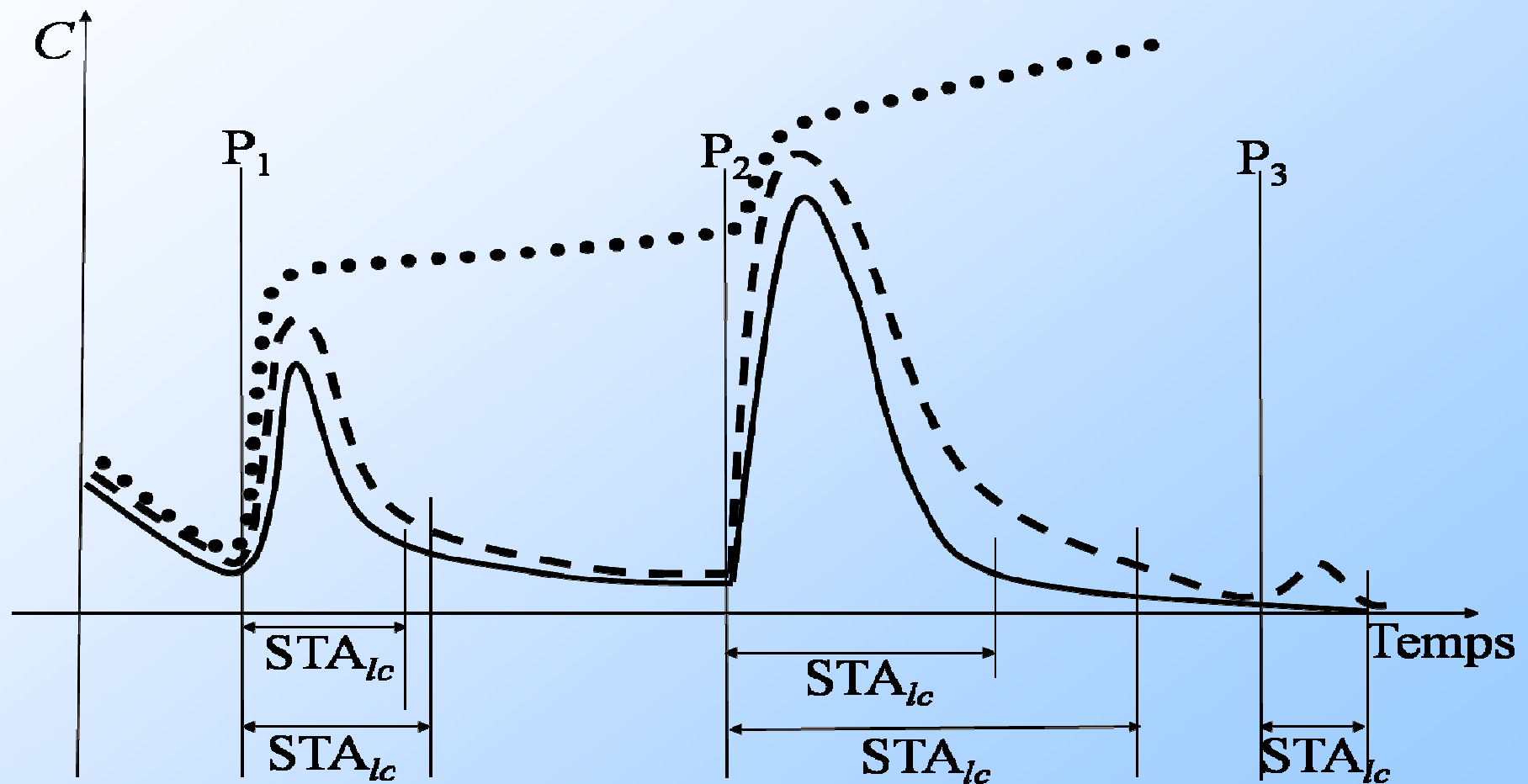
- Introduction
  - Motivations
  - Objectifs
  
- Critères d'évaluation
  - Fonctionnement du système
  - Caractéristiques intrinsèques
  - Méthodologie de développement
  
- **Discussion**
  - Evaluation comparative
  - Analyse
  
- Conclusion & Perspectives

# Evaluation comparative



# Analyse

- Réponse de systèmes à différents types de perturbations
- Critère  $C$  = qualité de la solution/ robustesse/ nombre de messages
- Temps d'adaptation :  $STA_{lc}$



- Introduction
  - Motivations
  - Objectifs
  
- Critères d'évaluation
  - Fonctionnement du système
  - Caractéristiques intrinsèques
  - Méthodologie de développement
  
- Discussion
  - Evaluation comparative
  - Analyse
  
- Conclusion & Perspectives

# Conclusions & Perspectives

---

- **Ensemble de critères**

**Méthodologie**

**Propriétés**

**Fonctionnement**

**Intrinsèques**

- **Comparaison de critères (radar, courbes illustratives)**

- ✓ **Nouvelles mesures**
- ✓ **Réalisation de tests**
- ✓ **Combinaison simulation et preuves formelles**

