

# Université Constantine 2

Faculté des Nouvelles Technologies  
Département d'Informatique Fondamentale et  
ses Applications — IFA



## Développement d'une approche de distribution des espaces d'états basée sur la théorie de jeux : Application au model checking distribué

Présenté par : Karimou Seyni Ibrahim

Encadré par

Pr. Djamel Eddine SAIDOUNI,  
Dr. Bouneb Zine El Abidine,

Directeur de mémoire  
Co-encadreur

10 juillet 2019

# 1. INTRODUCTION

- 1.1 Contexte
- 1.2 Problèmes
- 1.3 Motivation

# 2. SOLUTIONS PROPOSÉES

- 2.1 Première Catégorie
- 2.2 Deuxième Catégorie
- 2.3 Solution en aval

# 3. CONTRIBUTIONS

- 3.1 Points de partitions
- 3.2 Équilibre de Nash
- 3.3 Stratégie de Distribution
- 3.4 Model checking par déduction
- 3.5 Exemple
- 3.6 Résultat

# 4. CONCLUSION

- 4.1 Conclusion
- 4.2 Perspectives

# **1. Introduction**

# 1. Introduction

## 1.1. Contexte

Ces dernières années plusieurs catastrophes sont dues à des erreurs de spécifications des systèmes développés.



# 1. Introduction

## 1.1. Contexte

Ces dernières années plusieurs catastrophes sont dues à des erreurs de spécifications des systèmes développés.



FIG. – Ariane 5



# 1. Introduction

## 1.1. Contexte

Ces dernières années plusieurs catastrophes sont dues à des erreurs de spécifications des systèmes développés.



FIG. – Ariane 5



FIG. – Missile Patriote



# 1. Introduction

## 1.1. Contexte

Ces dernières années plusieurs catastrophes sont dues à des erreurs de spécifications des systèmes développés.



FIG. – Ariane 5



FIG. – Missile Patriote

IE9+, Google Chrome, Firefox, Opera, Safari, etc.

Real year	1858	1990	1994	2000	2007
.getYear() result	-42	90	94	100	107
.getFullYear() result	1858	1990	1994	2000	2007

IE6-8

Real year	1858	1990	1994	2000	2007
.getYear() result	1858	90	94	2000	2007
.getFullYear() result	1858	1990	1994	2000	2007

FIG. – Bug 2000

# 1. Introduction

## 1.1. Contexte

Ces dernières années plusieurs catastrophes sont dues à des erreurs de spécifications des systèmes développés.



FIG. – Ariane 5



FIG. – Missile Patriote

IE9+, Google Chrome, Firefox, Opera, Safari, etc.

Real year	1858	1990	1994	2000	2007
.getYear() result	-42	90	94	100	107
.getFullYear() result	1858	1990	1994	2000	2007

IE6-8

Real year	1858	1990	1994	2000	2007
.getYear() result	1858	90	94	2000	2007
.getFullYear() result	1858	1990	1994	2000	2007

FIG. – Bug 2000

La fiabilité de tout système est envisageable, en particulier celle de systèmes critiques.





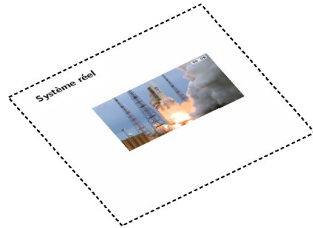
# 1. Introduction

# Comment faire ?



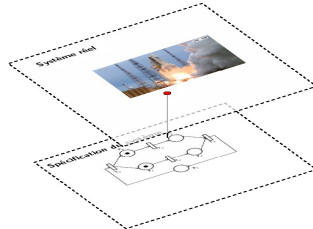
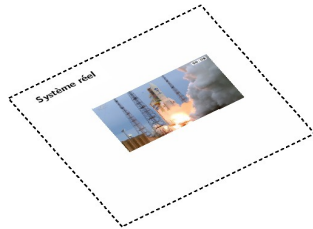
# 1. Introduction

## 1.1. Contexte



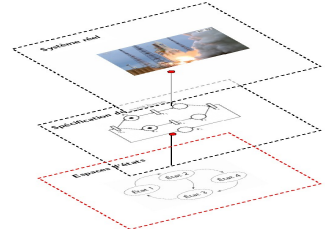
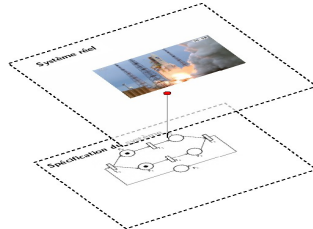
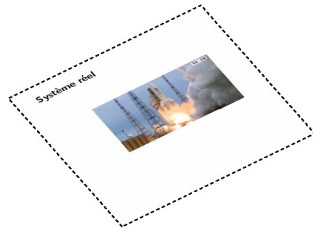
# 1. Introduction

## 1.1. Contexte



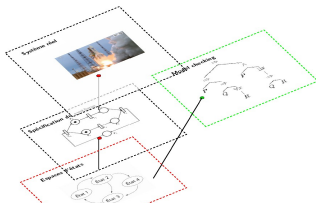
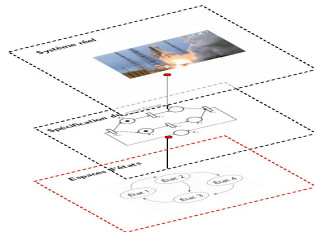
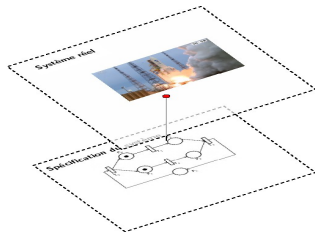
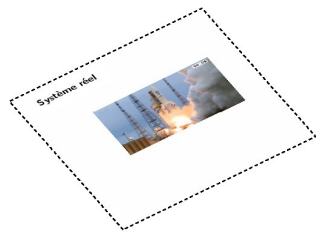
# 1. Introduction

## 1.1. Contexte



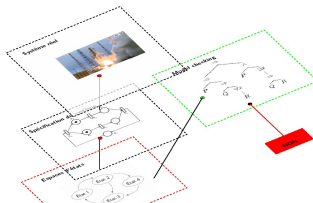
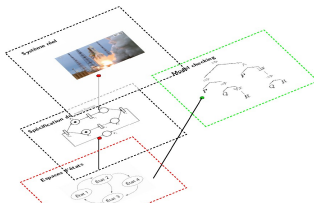
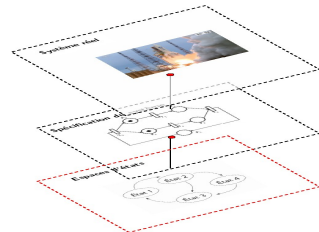
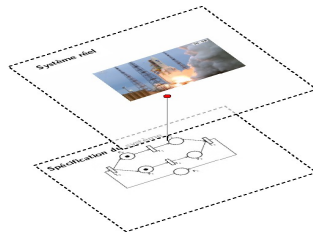
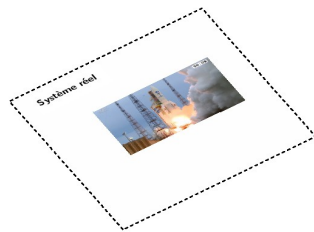
# 1. Introduction

## 1.1. Contexte



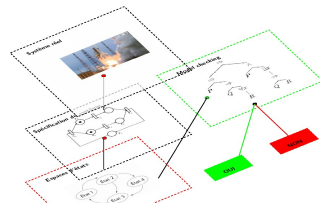
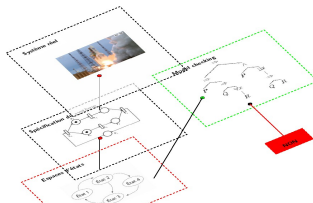
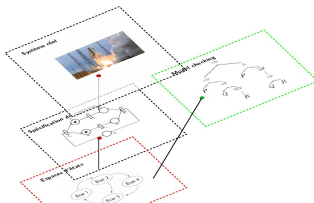
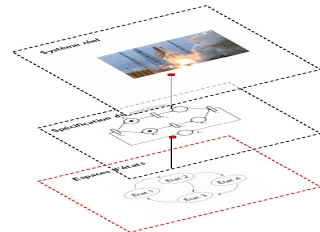
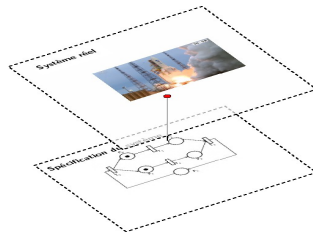
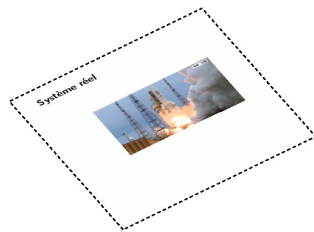
# 1. Introduction

## 1.1. Contexte



# 1. Introduction

## 1.1. Contexte



# 1. Introduction

## Problèmes





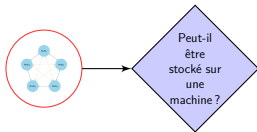
# 1. Introduction

## 1.2. Problèmes



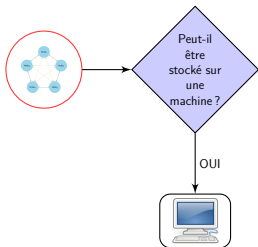
# 1. Introduction

## 1.2. Problèmes



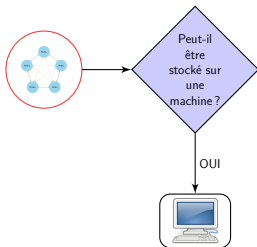
# 1. Introduction

## 1.2. Problèmes



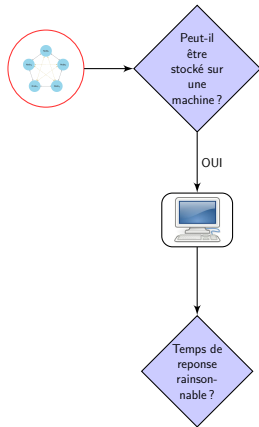
# 1. Introduction

## 1.2. Problèmes



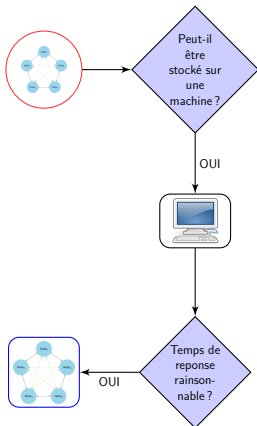
# 1. Introduction

## 1.2. Problèmes



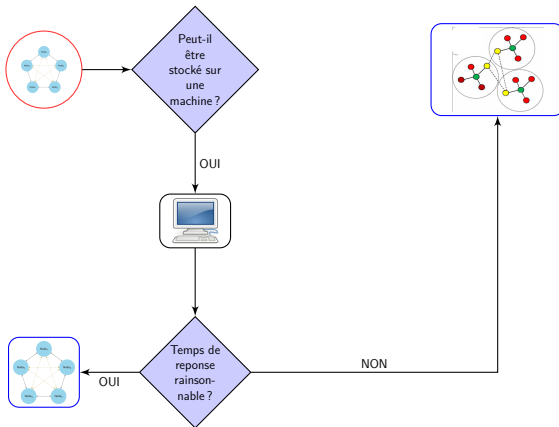
# 1. Introduction

## 1.2. Problèmes



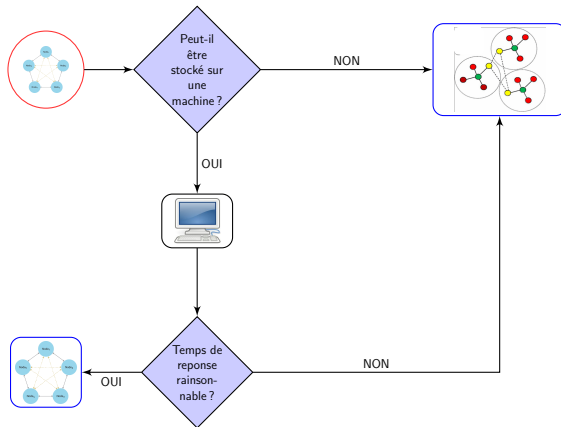
# 1. Introduction

## 1.2. Problèmes



# 1. Introduction

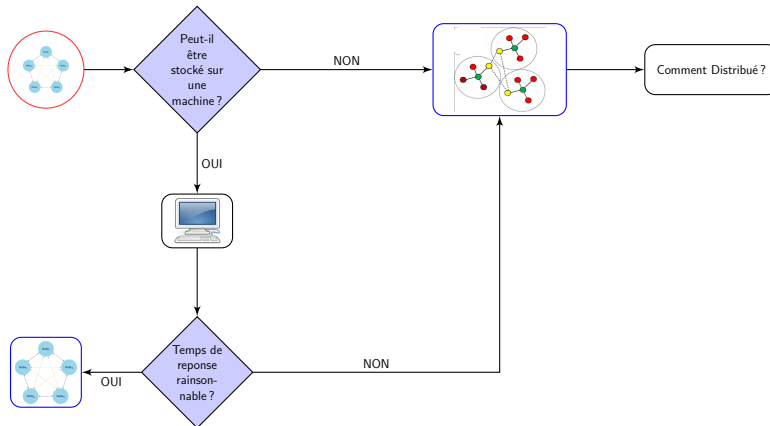
## 1.2. Problèmes





# 1. Introduction

## 1.2. Problèmes



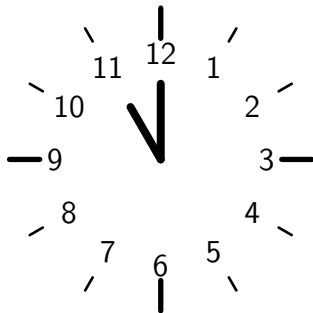
# 1. Introduction

## Comment distribué ?



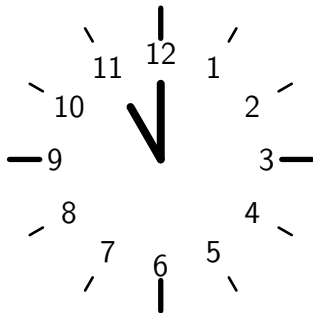
# 1. Introduction

## 1.3. Motivation



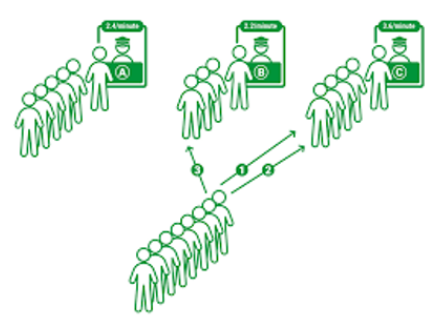
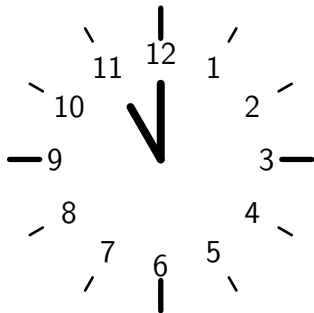
# 1. Introduction

## 1.3. Motivation



# 1. Introduction

## 1.3. Motivation

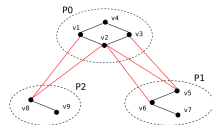


## **2. Solutions Proposées**

## 2. Solutions Proposées

### 2.1. Première Catégorie

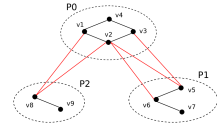
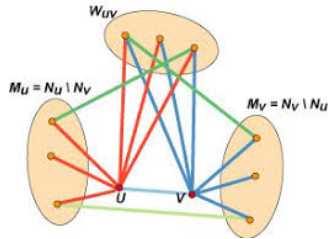
Les  
approches de cette catégorie aboutissent à un meilleur  
équilibrage de charge entre les différentes machines.



## 2. Solutions Proposées

### 2.1. Première Catégorie

Les approches de cette catégorie aboutissent à un meilleur équilibrage de charge entre les différentes machines.

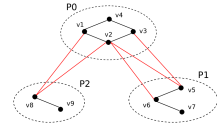




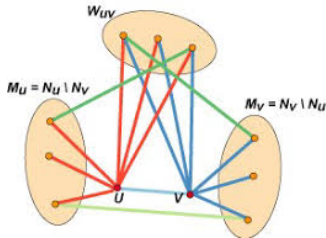
## 2. Solutions Proposées

### 2.1. Première Catégorie

Les approches de cette catégorie aboutissent à un meilleur équilibrage de charge entre les différentes machines.



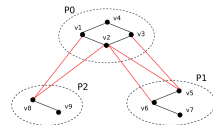
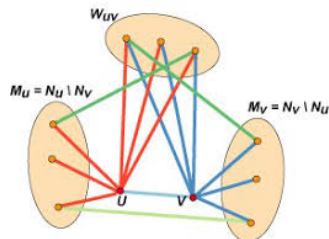
### Problèmes



## 2. Solutions Proposées

### 2.1. Première Catégorie

Les approches de cette catégorie aboutissent à un meilleur équilibrage de charge entre les différentes machines.



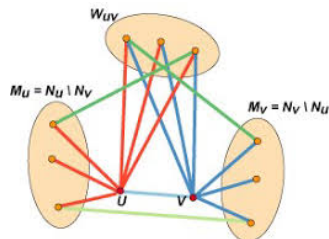
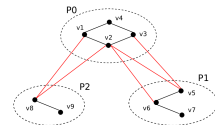
### *Problèmes*

- Distribution statique.

## 2. Solutions Proposées

### 2.1. Première Catégorie

Les approches de cette catégorie aboutissent à un meilleur équilibrage de charge entre les différentes machines.



#### *Problèmes*

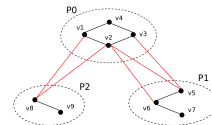
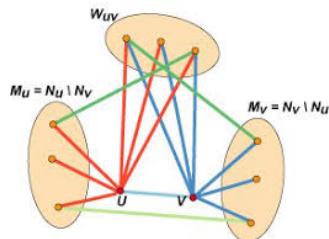
- Distribution statique.
- Nombre de Transitions externes minimum implique -t-il réduction du taux de communication ?



## 2. Solutions Proposées

### 2.1. Première Catégorie

Les approches de cette catégorie aboutissent à un meilleur équilibrage de charge entre les différentes machines.



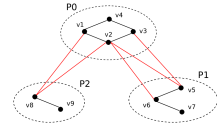
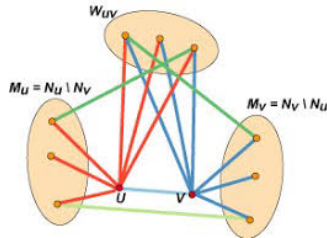
### *Problèmes*

- Distribution statique.
- Nombre de Transitions externes minimum implique -t-il réduction du taux de communication ?
- La puissance des machines non exploitée.

## 2. Solutions Proposées

### 2.1. Première Catégorie

Les approches de cette catégorie aboutissent à un meilleur équilibrage de charge entre les différentes machines.



### *Problèmes*

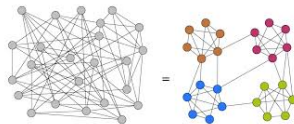
- ▶ Distribution statique.
- ▶ Nombre de Transitions externes minimum implique -t-il réduction du taux de communication ?
- ▶ La puissance des machines non exploitée.
- ▶ Temps de réponse non raisonnable.



## 2. Solutions Proposées

### 2.2. Deuxième Catégorie

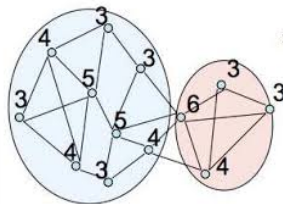
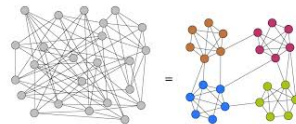
La philosophie de cette catégorie vise à minimiser les transitions externes avec un bon équilibrage de charge entre les différentes machines.



## 2. Solutions Proposées

### 2.2. Deuxième Catégorie

La philosophie de cette catégorie vise à minimiser les transitions externes avec un bon équilibrage de charge entre les différentes machines.



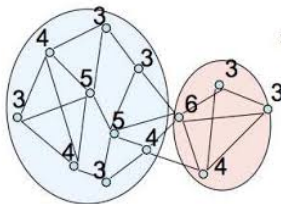
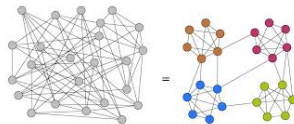
#### *Problèmes*

- Distribution statique.
- L'équilibrage peut être dégradé.
- La puissance des machines non exploitée.

## 2. Solutions Proposées

### 2.2. Deuxième Catégorie

La philosophie de cette catégorie vise à minimiser les transitions externes avec un bon équilibrage de charge entre les différentes machines.



#### *Problèmes*

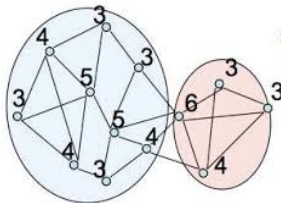
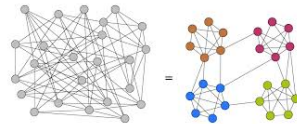
- Distribution statique.
- L'équilibrage peut être dégradé.
- La puissance des machines non exploitée.



## 2. Solutions Proposées

## 2.2. Deuxième Catégorie

La philosophie de cette catégorie vise à minimiser les transitions externes avec un bon équilibrage de charge entre les différentes machines.



## Problèmes

- Distribution statique.
- L'équilibrage peut être dégradé.
- La puissance des machines non exploitée.

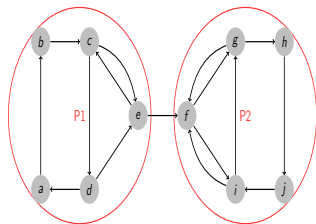
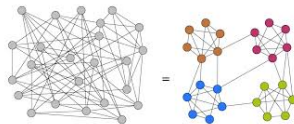
**Minimisation des transitions externes  $\Rightarrow$  Temps de réponse minimisé.**



## 2. Solutions Proposées

### 2.2. Deuxième Catégorie

La philosophie de cette catégorie vise à minimiser les transitions externes avec un bon équilibrage de charge entre les différentes machines.



#### *Problèmes*

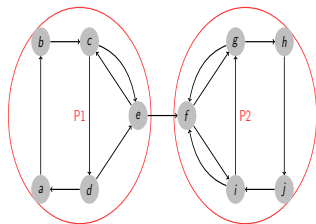
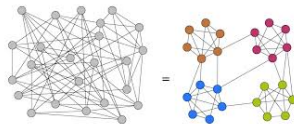
- Distribution statique.
- L'équilibrage peut être dégradé.
- La puissance des machines non exploitée.

Minimisation des transitions externes  $\Rightarrow$  **Temps de réponse minimisé.**

## 2. Solutions Proposées

### 2.2. Deuxième Catégorie

La philosophie de cette catégorie vise à minimiser les transitions externes avec un bon équilibrage de charge entre les différentes machines.



AGf

#### *Problèmes*

- Distribution statique.
- L'équilibrage peut être dégradé.
- La puissance des machines non exploitée.

Minimisation des transitions externes  $\Rightarrow$  **Temps de réponse minimisé.**

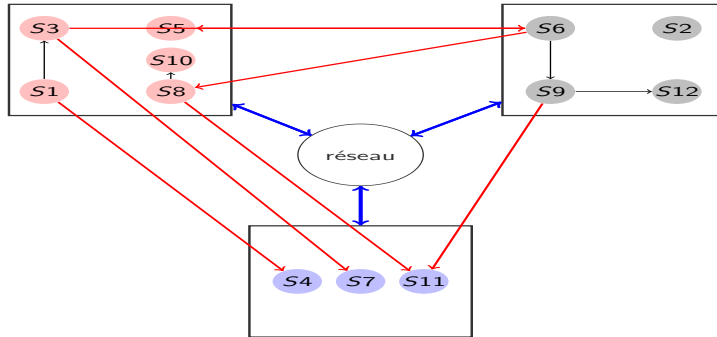
## 2. Solutions Proposées

# Solution en aval



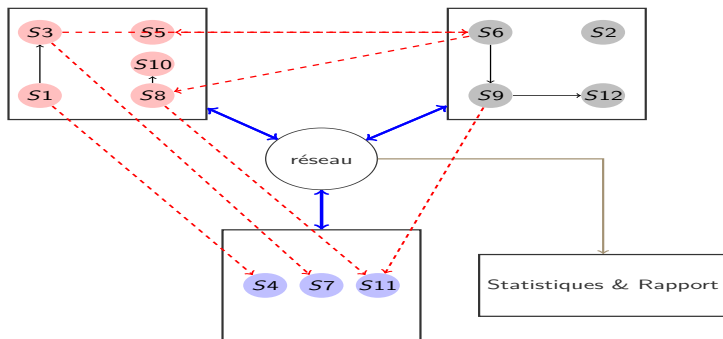
## 2. Solutions Proposées

### 2.3. Solution en aval



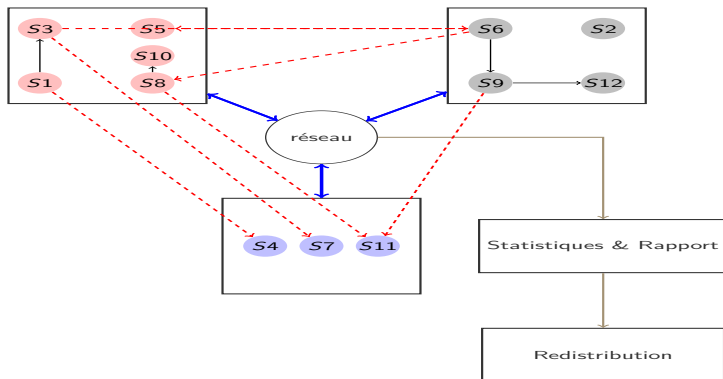
## 2. Solutions Proposées

### 2.3. Solution en aval



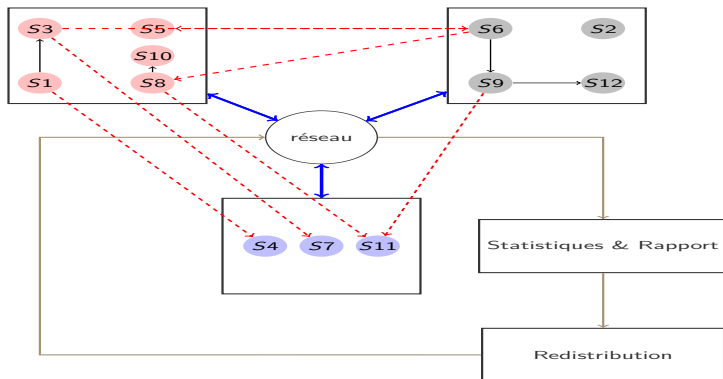
## 2. Solutions Proposées

### 2.3. Solution en aval



## 2. Solutions Proposées

### 2.3. Solution en aval





## 2. Solutions Proposées

# Critiques



## 2. Solutions Proposées

### 2.3. Solution en aval

#### *Critiques*

- ▶ Minimisations des transitions externes.
- ▶ Duplications et Migrations basées sur les transitions.
- ▶ Certains machines peuvent être surchargées de calcul ou de stockage.
- ▶ Duplication de certains états est sans intérêt.

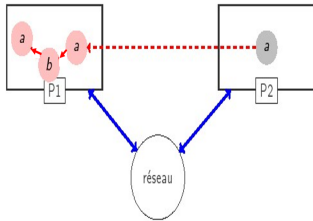


## 2. Solutions Proposées

### 2.3. Solution en aval

#### *Critiques*

- ▶ Minimisations des transitions externes.
- ▶ Duplications et Migrations basées sur les transitions.
- ▶ Certains machines peuvent être surchargées de calcul ou de stockage.
- ▶ Duplication de certains états est sans intérêt.



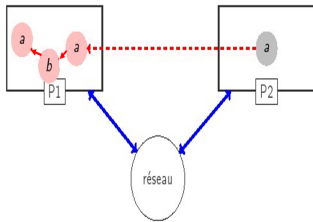
▶ AG(a)

## 2. Solutions Proposées

### 2.3. Solution en aval

#### *Critiques*

- ▶ Minimisations des transitions externes.
- ▶ Duplications et Migrations basées sur les transitions.
- ▶ Certains machines peuvent être surchargées de calcul ou de stockage.
- ▶ Duplication de certains états est sans intérêt.



- ▶  $AG(a)$
- ▶ Si  $0.45 < L/N_t < 0.75$ , alors dupliqué [BENSETIRA, 2017].

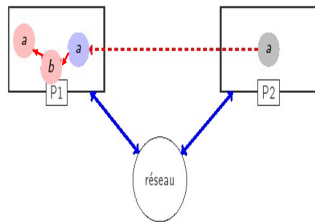


## 2. Solutions Proposées

### 2.3. Solution en aval

#### *Critiques*

- ▶ Minimisations des transitions externes.
- ▶ Duplications et Migrations basées sur les transitions.
- ▶ Certains machines peuvent être surchargées de calcul ou de stockage.
- ▶ Duplication de certains états est sans intérêt.



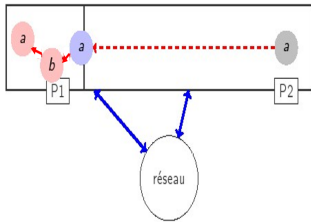
- ▶  $AG(a)$
- ▶ Si  $0.45 < L/N_t < 0.75$ , alors dupliqué [BENSETIRA, 2017].

## 2. Solutions Proposées

### 2.3. Solution en aval

#### *Critiques*

- ▶ Minimisations des transitions externes.
- ▶ Duplications et Migrations basées sur les transitions.
- ▶ Certains machines peuvent être surchargées de calcul ou de stockage.
- ▶ Duplication de certains états est sans intérêt.



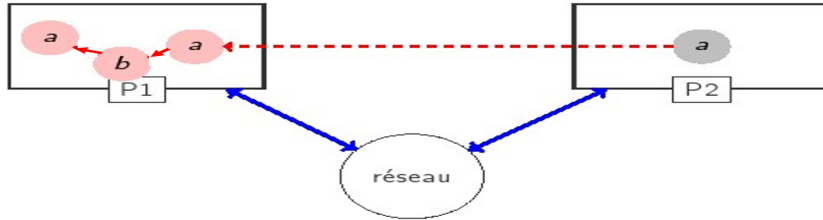
- ▶  $AG(a)$
- ▶ Si  $0.45 < L/N_t < 0.75$ , alors dupliqué [BENSETIRA, 2017].



### **3. Contributions**

### 3. Contributions

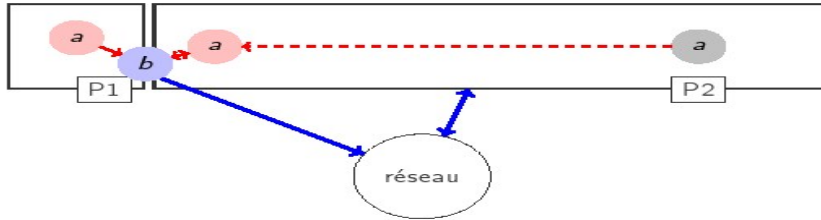
#### 3.1. Points de partitions





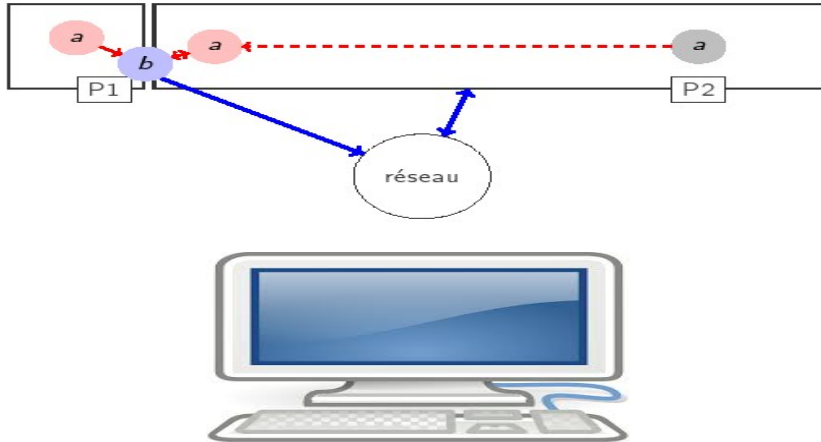
### 3. Contributions

#### 3.1. Points de partitions



### 3. Contributions

#### 3.1. Points de partitions



### 3. Contributions

#### 3.2. Équilibre de Nash



- Une situation où chacun adopte la meilleure réponse du choix des autres.



### 3. Contributions

#### 3.2. Équilibre de Nash



- ▶ Une situation où chacun adopte la meilleure réponse du choix des autres.
- ▶ Il lui a valu le **Prix Nobel** d'économie en 1994.






### 3. Contributions

#### 3.2. Équilibre de Nash



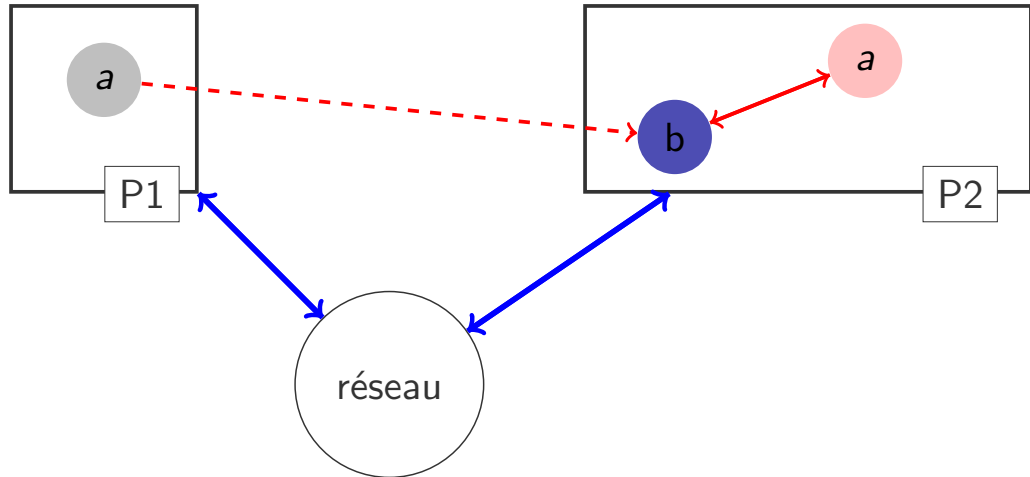
- ▶ Une situation où chacun adopte la meilleure réponse du choix des autres.
- ▶ Il lui a valu le **Prix Nobel** d'économie en 1994.

Prisoners' dilemma		prisoner B			
		confess		remain silent	
prisoner A	confess	 5 years	 5 years	 0 year	 20 years
	remain silent	 20 years	 0 year	 1 year	 1 year



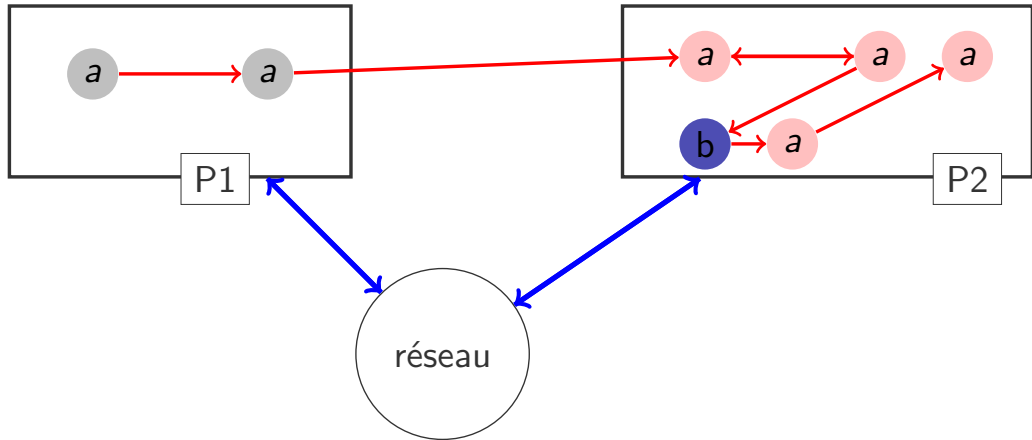
## 3. Contributions

### 3.3. Stratégie de Distribution



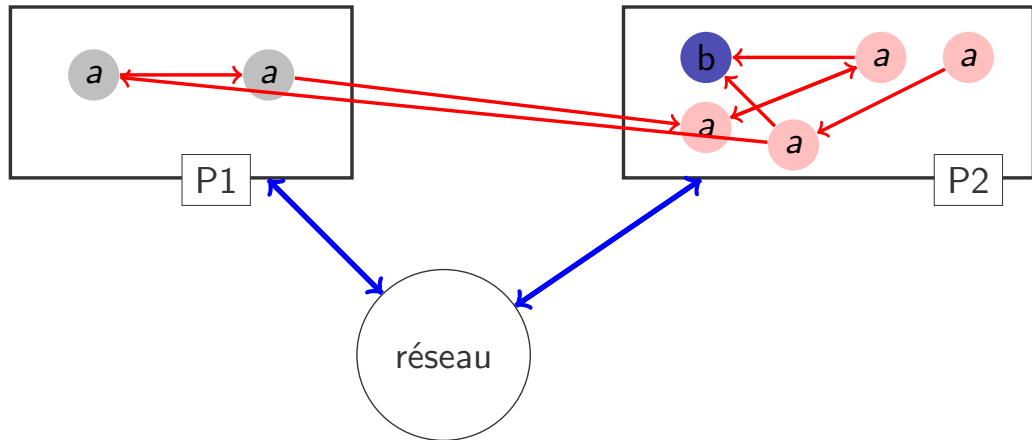
### 3. Contributions

#### 3.3. Stratégie de Distribution



### 3. Contributions

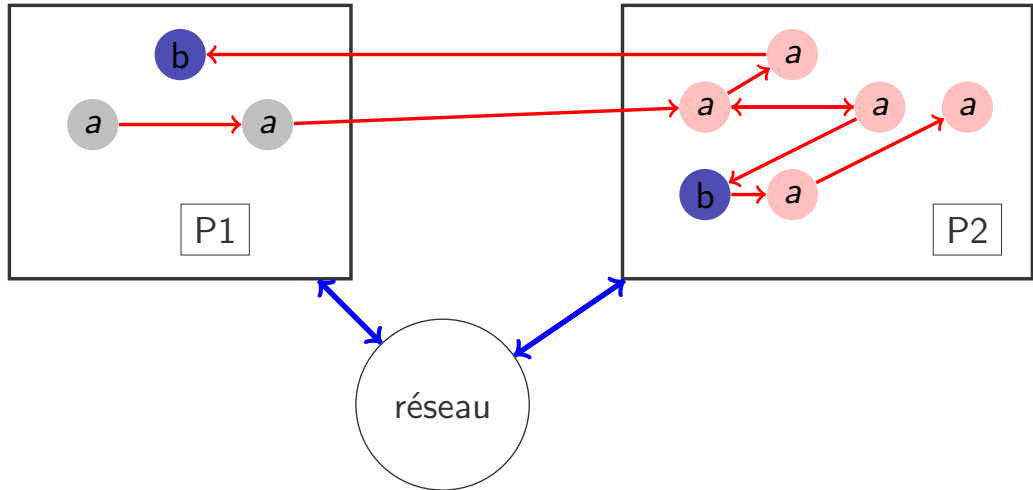
#### 3.3. Stratégie de Distribution





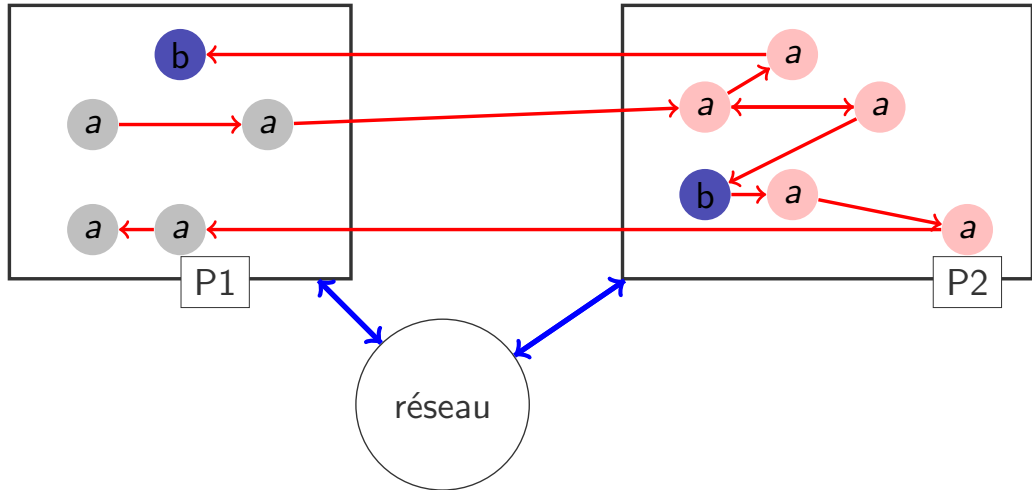
## 3. Contributions

### 3.3. Stratégie de Distribution



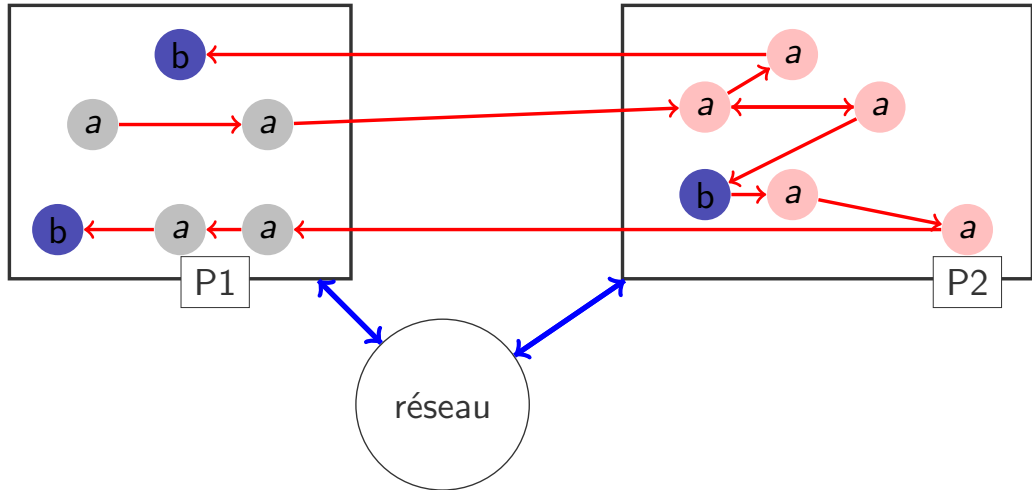
## 3. Contributions

### 3.3. Stratégie de Distribution



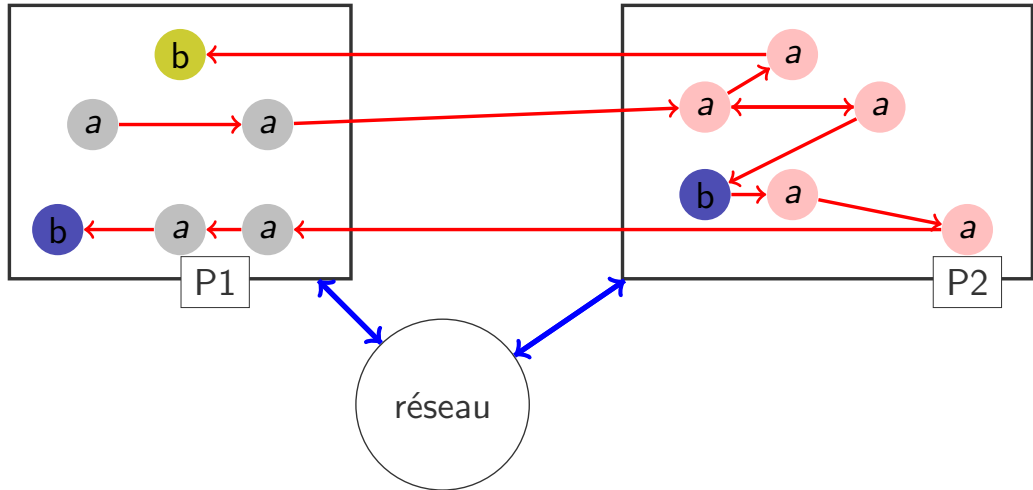
## 3. Contributions

### 3.3. Stratégie de Distribution



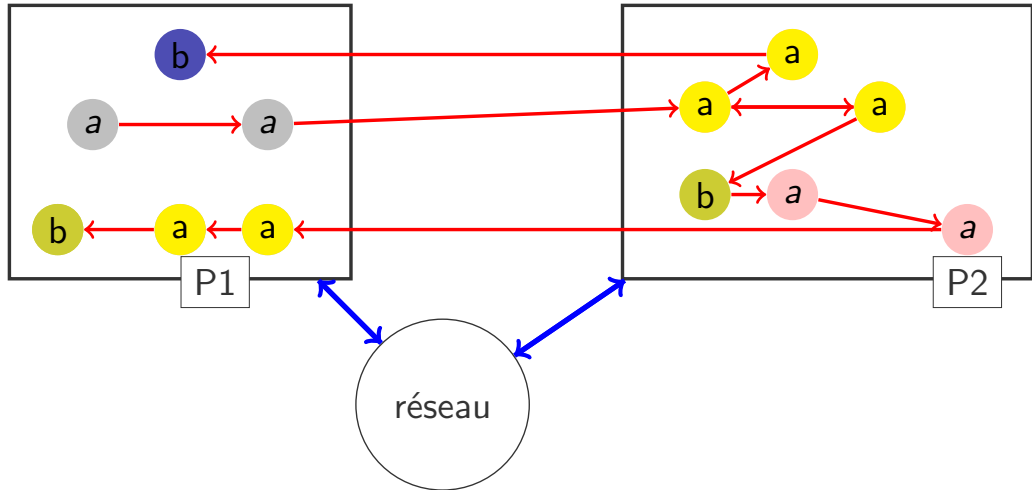
## 3. Contributions

### 3.3. Stratégie de Distribution



## 3. Contributions

### 3.3. Stratégie de Distribution



## 3. Contributions

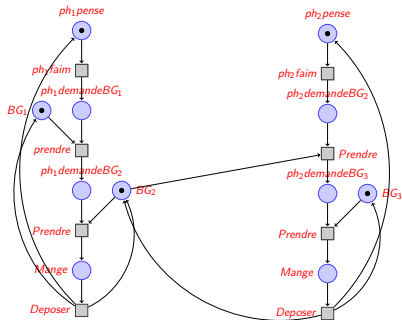
### 3.4. Model checking par déduction

- ▶ Notion de duplicata
- ▶ Dédduit la valeur logique des duplicatas
- ▶ Minimise le taux de communications



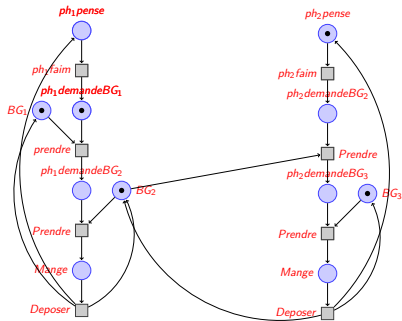
## 3. Contributions

### 3.5. Exemple



### 3. Contributions

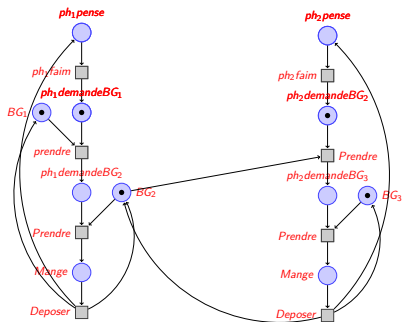
#### 3.5. Exemple





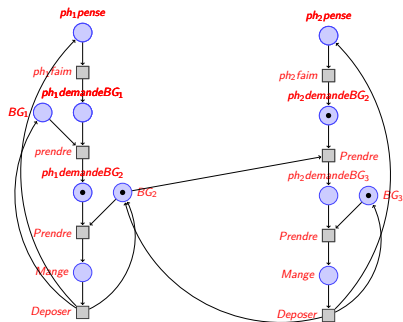
### 3. Contributions

#### 3.5. Exemple



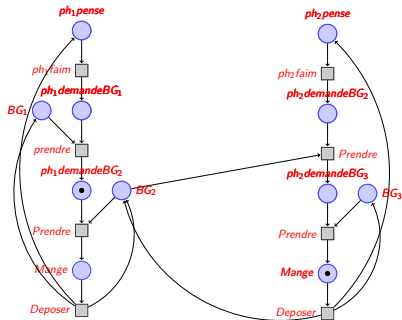
### 3. Contributions

#### 3.5. Exemple

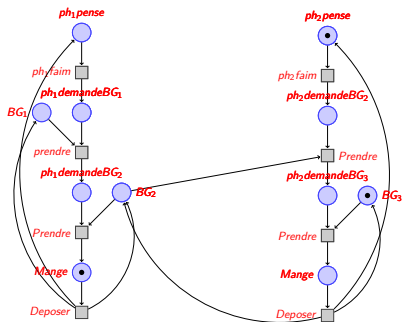


### 3. Contributions

#### 3.5. Exemple

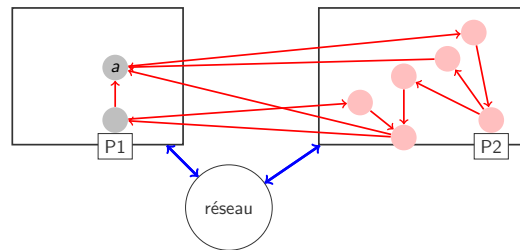
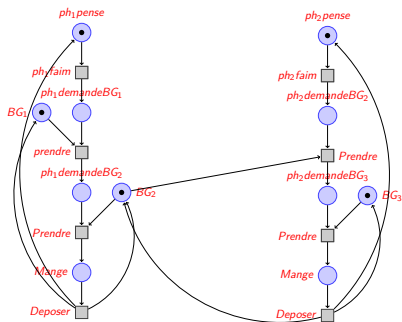


### 3.5. Example



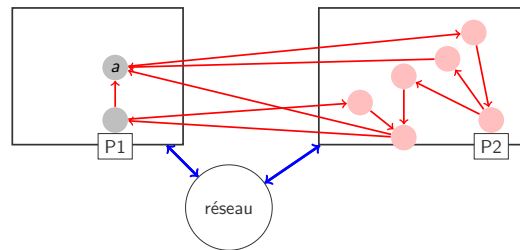
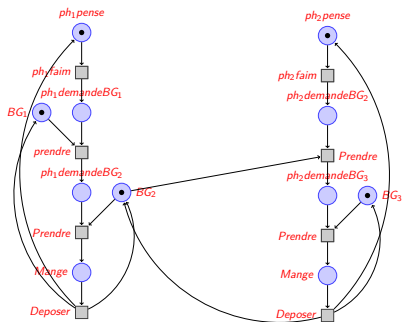
### 3. Contributions

#### 3.5. Exemple



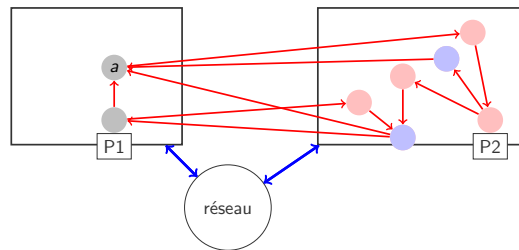
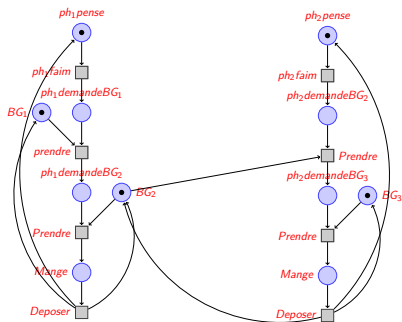
### 3. Contributions

#### 3.5. Exemple



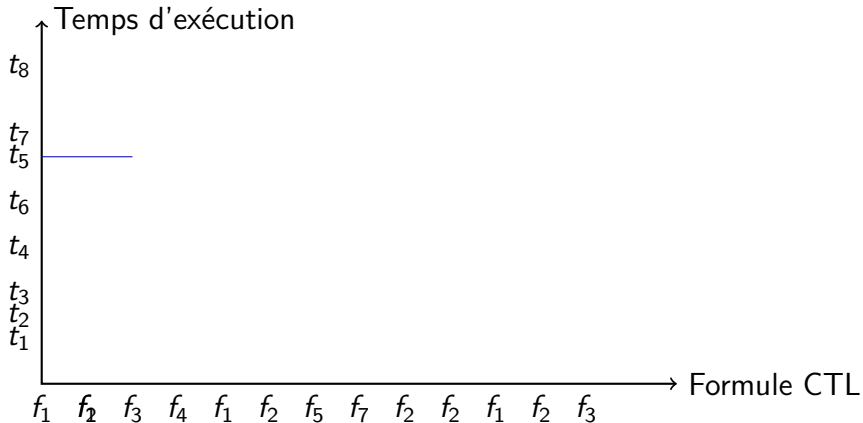
### 3. Contributions

#### 3.5. Exemple



### 3. Contributions

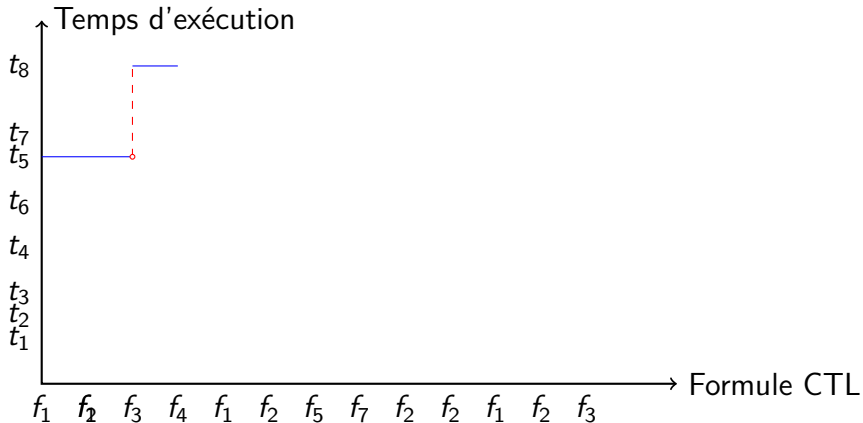
#### 3.6. Résultat





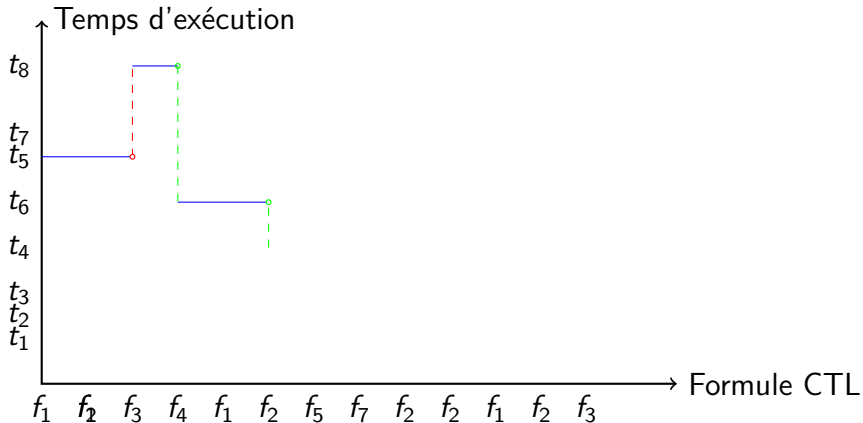
### 3. Contributions

#### 3.6. Résultat



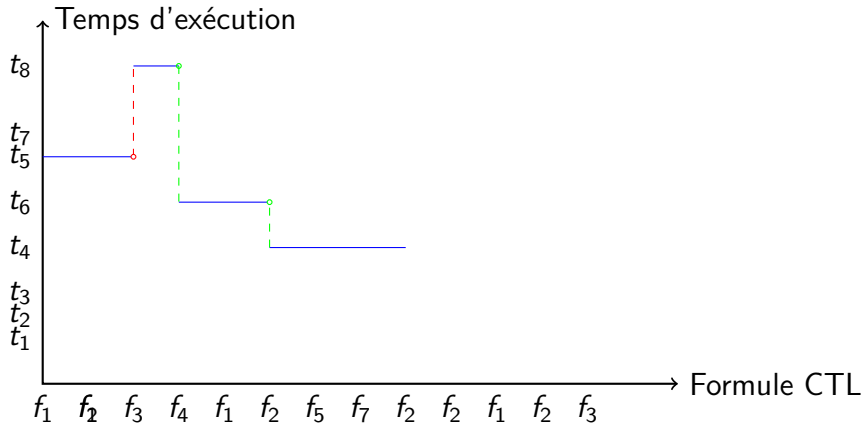
### 3. Contributions

#### 3.6. Résultat



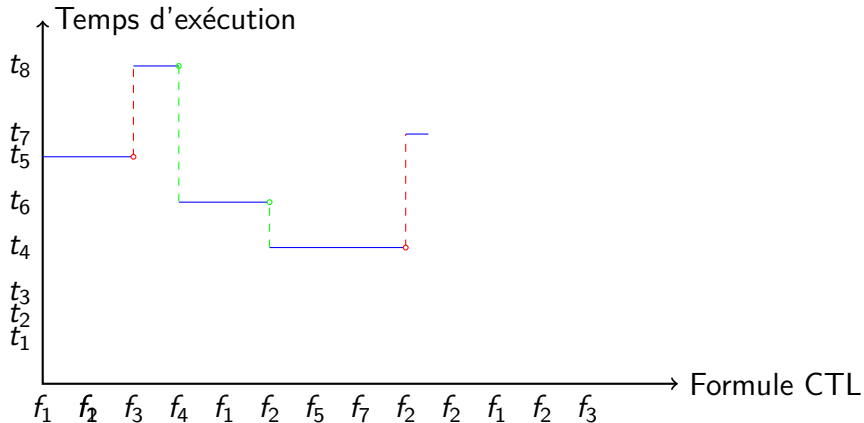
### 3. Contributions

#### 3.6. Résultat



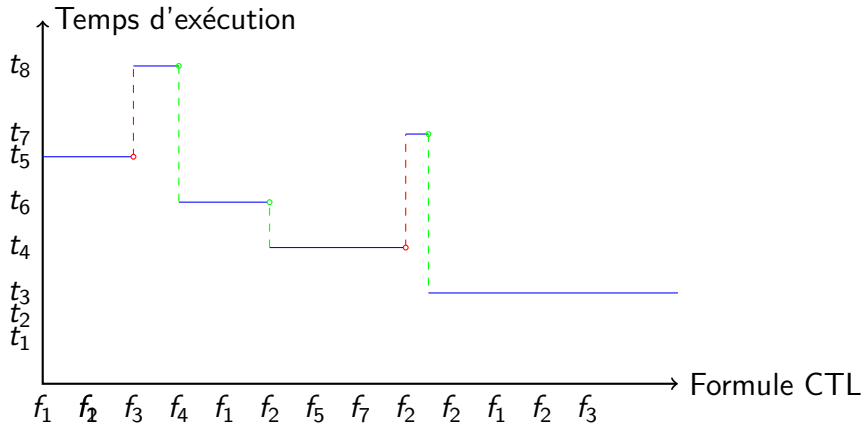
### 3. Contributions

#### 3.6. Résultat



### 3. Contributions

#### 3.6. Résultat



## **4. Conclusion**

---

## 4. Conclusion

### 4.1. Conclusion



## 4. Conclusion

### 4.2. Perspectives

#### *Perspectives*

- Explorée les différentes stratégies de la théorie de jeux pour apporter des améliorations supplémentaires à notre stratégie afin d'aboutir à une meilleure stratégie de distribution.





## 4. Conclusion

### 4.2. Perspectives

#### *Perspectives*

- ▶ Explorée les différentes stratégies de la théorie de jeux pour apporter des améliorations supplémentaires à notre stratégie afin d'aboutir à une meilleure stratégie de distribution.
- ▶ Extraire un modèle de partitionnement basé sur le machine learning à partir des différentes statistiques générées durant l'exécution du modèle checking.



**Merci de votre attention**

Question ?

## Section 5

### Bibliographie

[BENSETIRA 2017] BENSETIRA, Imene : *Proposition d'algorithmes de distribution des espaces d'états en vue d'une vérification basée model checking : Application aux automates temporisés avec durées d'actions*, Université Abdelhamid Mehri - Constantine 2, Dissertation, 2017