

# Modélisation et simulation de la formation de coalitions par la théorie des jeux

Saloua Boushine - Florian Wident

Encadré par : Sébastien Verel - Chistopher Jankee

12 juin 2015

# Présentation du projet :

- 1 Introduction
- 2 Système Multi-Agent
  - Répartition spatiale
  - Les états des agents
  - Règles du jeu
  - Formation de coalition
  - Gestion des Stratégies
- 3 Simulation et Implémentation
  - Dilemme du Prisonnier
  - Coalition fixe
  - Coalition dynamique
- 4 Conclusion

# Plan de l'exposé

- 1 Introduction
- 2 Système Multi-Agent
  - Répartition spatiale
  - Les états des agents
  - Règles du jeu
  - Formation de coalition
  - Gestion des Stratégies
- 3 Simulation et Implémentation
  - Dilemme du Prisonnier
  - Coalition fixe
  - Coalition dynamique
- 4 Conclusion

# La théorie des jeux

- Qu'est ce que la théorie de jeux ?
- Théorie des jeux dans le vie réelle (Economie , Informatique, Militaire)
- Un peu d'histoire (John Von Neumann , Oskar Morgenstein)
- Dilemme Du prisonnier

I / II	C	D
C	10 / 10	0 / 20
D	20 / 0	1 / 1

# La théorie des jeux

- Qu'est ce que la théorie de jeux ?
- Théorie des jeux dans le vie réelle (Economie , Informatique, Militaire)
- Un peu d'histoire (John Von Neumann , Oskar Morgenstein)
- Dilemme Du prisonnier

I / II	C	D
C	10 / 10	0 / 20
D	20 / 0	1 / 1

# La théorie des jeux

- Qu'est ce que la théorie de jeux ?
- Théorie des jeux dans le vie réelle (Economie , Informatique, Militaire)
- Un peu d'histoire (John Von Neumann , Oskar Morgenstein)
- Dilemme Du prisonnier

I / II	C	D
C	10 / 10	0 / 20
D	20 / 0	1 / 1

# La théorie des jeux

- Qu'est ce que la théorie de jeux ?
- Théorie des jeux dans le vie réelle (Economie , Informatique, Militaire)
- Un peu d'histoire (John Von Neumann , Oskar Morgenstein)
- Dilemme Du prisonnier

I / II	C	D
C	10 / 10	0 / 20
D	20 / 0	1 / 1

# La théorie des jeux

- Qu'est ce que la théorie de jeux ?
- Théorie des jeux dans le vie réelle (Economie , Informatique, Militaire)
- Un peu d'histoire (John Von Neumann , Oskar Morgenstein)
- Dilemme Du prisonnier

I / II	C	D
C	10 / 10	0 / 20
D	20 / 0	1 / 1



# La théorie des jeux évolutionnaires

EGT - Evolutionary Game Theory et Mémétique

## Sun Tzu

*« Le général qui gagne une bataille a médité, calculé, avant de combattre. Le général qui perd une bataille a fait moins de calculs. Donc, beaucoup de stratégie mène à la victoire, peu de stratégie à la défaite : que dire du hasard total ! »*

- Qu'est ce que la théorie de jeux Évolutionnaire ?
- Stratégie évolutionnaire stable (SES)
- Mémétique

# La théorie des jeux évolutionnaires

EGT - Evolutionary Game Theory et Mémétique

## Sun Tzu

*« Le général qui gagne une bataille a médité, calculé, avant de combattre. Le général qui perd une bataille a fait moins de calculs. Donc, beaucoup de stratégie mène à la victoire, peu de stratégie à la défaite : que dire du hasard total ! »*

- Qu'est ce que la théorie de jeux Évolutionnaire ?
- Stratégie évolutionnaire stable (SES)
- Mémétique

# La théorie des jeux évolutionnaires

EGT - Evolutionary Game Theory et Mémétique

## Sun Tzu

*« Le général qui gagne une bataille a médité, calculé, avant de combattre. Le général qui perd une bataille a fait moins de calculs. Donc, beaucoup de stratégie mène à la victoire, peu de stratégie à la défaite : que dire du hasard total ! »*

- Qu'est ce que la théorie de jeux Évolutionnaire ?
- Stratégie évolutionnaire stable (SES)
- Mémétique

# La théorie des jeux évolutionnaires

EGT - Evolutionary Game Theory et Mémétique

## Sun Tzu

*« Le général qui gagne une bataille a médité, calculé, avant de combattre. Le général qui perd une bataille a fait moins de calculs. Donc, beaucoup de stratégie mène à la victoire, peu de stratégie à la défaite : que dire du hasard total ! »*

- Qu'est ce que la théorie de jeux Évolutionnaire ?
- Stratégie évolutionnaire stable (SES)
- Mémétique

- 1 Introduction
- 2 **Système Multi-Agent**
  - Répartition spatiale
  - Les états des agents
  - Règles du jeu
  - Formation de coalition
  - Gestion des Stratégies
- 3 Simulation et Implémentation
  - Dilemme du Prisonnier
  - Coalition fixe
  - Coalition dynamique
- 4 Conclusion

# Répartition spatiale

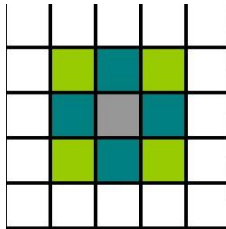


FIGURE : Voisinage de von Neumann .



- Indépendant
- Coalition Part
- Leader



- Indépendant
- Coalition Part
- Leader

## Les Règles du jeu

$A_i / A_j$	C	D
C	R,R	S,T
D	T,S	P,P

$A_i / A_j$	C	D
C	3,3	0,5
D	5,0	1,1

**FIGURE :** Matrice 2-joueurs et Matrice dilemme du prisonnier classique appliquée dans notre simulation.

# Formation de coalition

- Choix de stratégie et transmission de stratégie par les leaders
- Simulation de partie : Obtention de gain
- Réduction de gain par la taxe.
- Mouvement de coalition : Algorithme de Juan C.

```
1  IF ( HasLeader (Ai) )
2  {
3    IF ( IsIsolated (Ai) )
4      GetIndependence (Ai);
5    ELSE IF ((PayOff (Ai) >= PayOff (Am)) AND (PayOff (Ai) > 0))
6      ChangeCompromiseWithLeader (+10);
7    ELSE IF ((PayOff(Ai) < PayOff(Am)) AND (Leader(Ai) != Am))
8      {
9        ChangeCompromiseWithLeader (-10);
10       IF ( WorstPayOff (Ai) OR (CompromiseWith (Am) > 75) )
11         JoinCoalition (Am);
12       ELSE IF ( (NOT HasLeader (Am)) AND
13         (CompromiseWithLeader (Ai) < 25) )
14         GetIndependence (Ai);
15     }
16  }
17  ELSE IF (IsIndependent (Ai))
18    IF ( WorstPayOff (Ai) OR
19      ( (PayOff(Ai) < PayOff(Am) ) AND CompromiseWith (Am) > 75 ) )
20      JoinCoalition (Am);
```

# Formation de coalition

- Choix de stratégie et transmission de stratégie par les leaders
- Simulation de partie : Obtention de gain
- Réduction de gain par la taxe.
- Mouvement de coalition : Algorithme de Juan C.

```
1  IF ( HasLeader (Ai) )
2  {
3    IF ( IsIsolated (Ai) )
4      GetIndependence (Ai);
5    ELSE IF ((PayOff (Ai) >= PayOff (Am)) AND (PayOff (Ai) > 0))
6      ChangeCompromiseWithLeader (+10);
7    ELSE IF ((PayOff(Ai) < PayOff(Am)) AND (Leader(Ai) != Am))
8      {
9        ChangeCompromiseWithLeader (-10);
10       IF ( WorstPayOff (Ai) OR (CompromiseWith (Am) > 75) )
11         JoinCoalition (Am);
12       ELSE IF ( (NOT HasLeader (Am)) AND
13         (CompromiseWithLeader (Ai) < 25) )
14         GetIndependence (Ai);
15     }
16  }
17  ELSE IF (IsIndependent (Ai))
18    IF ( WorstPayOff (Ai) OR
19      ( (PayOff(Ai) < PayOff(Am) ) AND CompromiseWith (Am) > 75 ) )
20      JoinCoalition (Am);
```

# Formation de coalition

- Choix de stratégie et transmission de stratégie par les leaders
- Simulation de partie : Obtention de gain
- Réduction de gain par la taxe.
- Mouvement de coalition : Algorithme de Juan C.

```
1  IF ( HasLeader (Ai) )
2  {
3    IF ( IsIsolated (Ai) )
4      GetIndependence (Ai);
5    ELSE IF ((PayOff (Ai) >= PayOff (Am)) AND (PayOff (Ai) > 0))
6      ChangeCompromiseWithLeader (+10);
7    ELSE IF ((PayOff(Ai) < PayOff(Am)) AND (Leader(Ai) != Am))
8      {
9        ChangeCompromiseWithLeader (-10);
10       IF ( WorstPayOff (Ai) OR (CompromiseWith (Am) > 75) )
11         JoinCoalition (Am);
12       ELSE IF ( (NOT HasLeader (Am)) AND
13         (CompromiseWithLeader (Ai) < 25) )
14         GetIndependence (Ai);
15     }
16   }
17   ELSE IF (IsIndependent (Ai))
18     IF ( WorstPayOff (Ai) OR
19       ( (PayOff(Ai) < PayOff(Am) ) AND CompromiseWith (Am) > 75 ) )
20       JoinCoalition (Am);
```

# probabiliste Tit-for-tat(PTFT)

- Méthode de choix de stratégie.
- Basée sur l'imitation des voisins.
- Selection de la stratégie la plus utilisée.
- Autre méthode : Random : Méthode de choix de stratégie aléatoire.

- Méthode de choix de stratégie.
- Basée sur l'imitation des voisins.
- Sélection de la stratégie la plus utilisée.
- Autre méthode : Random : Méthode de choix de stratégie aléatoire.

# probabiliste Tit-for-tat(PTFT)

- Méthode de choix de stratégie.
- Basée sur l'imitation des voisins.
- Selection de la stratégie la plus utilisée.
- Autre méthode : Random : Méthode de choix de stratégie aléatoire.

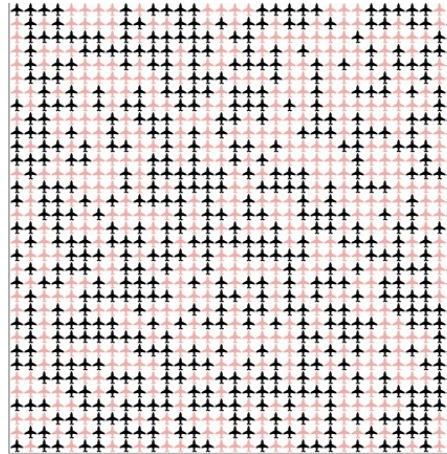


# Plan de l'exposé

- 1 Introduction
- 2 Système Multi-Agent
  - Répartition spatiale
  - Les états des agents
  - Règles du jeu
  - Formation de coalition
  - Gestion des Stratégies
- 3 Simulation et Implémentation
  - Dilemme du Prisonnier
  - Coalition fixe
  - Coalition dynamique
- 4 Conclusion

# Dilemme du Prisonnier

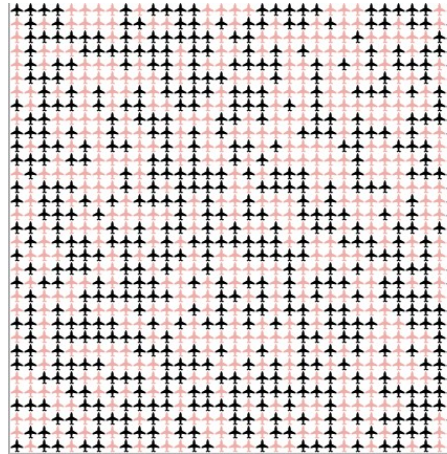
- Choix de stratégie et transmission de stratégie par les leaders
- Représentation des agents par des avions.
- Voisinage de NR = 1 : 4 voisins.
- Stratégie utilisée représentée par la couleur des agents.



COTE D'OPALE

# Dilemme du Prisonnier

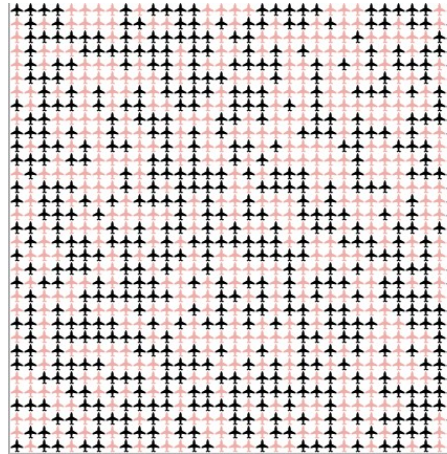
- Choix de stratégie et transmission de stratégie par les leaders
- Représentation des agents par des avions.
- Voisinage de  $NR = 1 : 4$  voisins.
- Stratégie utilisée représentée par la couleur des agents.



COTE D'OPALE

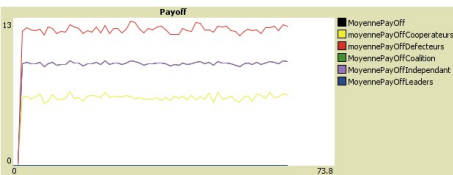
# Dilemme du Prisonnier

- Choix de stratégie et transmission de stratégie par les leaders
- Représentation des agents par des avions.
- Voisinage de  $NR = 1 : 4$  voisins.
- Stratégie utilisée représentée par la couleur des agents.



COTE D'OPALE

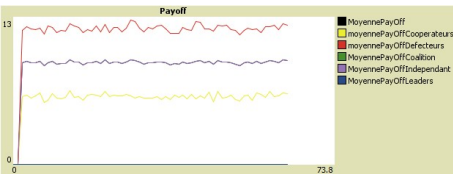
# Dilemme du Prisonnier



**FIGURE** : moyenne des payoff des agents qui trahissent et de ceux qui coopèrent .

- Courbe obtenue en utilisant la méthode random.
- Gains plus élevés pour les traîtres.
- 1 chance sur 2 de rencontrer un coopérateur et un traître pour chaque voisin.
- $\text{MoyenneDeGainParTour} = \text{nbVoisins} * ((\text{probabiliteCooperation} * \text{GainSiCooperation}) + (\text{probabiliteTraite} * \text{GainSiTraite}))$  .
- Coopérateur :  $4 * (0.5 * 3) = 6$  .
- Traître :  $4 * ((0.5 * 5) + (0.5 * 3)) = 16$  .

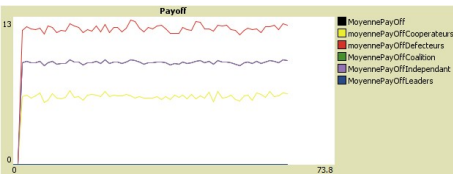
# Dilemme du Prisonnier



**FIGURE** : moyenne des payoff des agents qui trahissent et de ceux qui coopèrent .

- Courbe obtenue en utilisant la méthode random.
- Gains plus élevés pour les traîtres.
- 1 chance sur 2 de rencontrer un coopérateur et un traître pour chaque voisin.
- $\text{MoyenneDeGainParTour} = \text{nbVoisins} * ((\text{probabiliteCooperation} * \text{GainSiCooperation}) + (\text{probabiliteTraite} * \text{GainSiTraite}))$
- Coopérateur :  $4 * (0.5 * 3) = 6$
- Traître :  $4 * ((0.5 * 5) + (0.5 * 3)) = 16$

# Dilemme du Prisonnier



**FIGURE** : moyenne des payoff des agents qui trahissent et de ceux qui coopèrent .

- Courbe obtenue en utilisant la méthode random.
- Gains plus élevés pour les traîtres.
- 1 chance sur 2 de rencontrer un coopérateur et un traître pour chaque voisin.
- $MoyenneDeGainParTour = nbVoisins * ((probabiliteCooperationGainSiCooperation) - (probabiliteTraite * GainSiTraite))$  .
- Coopérateur :  $4 * (0.5 * 3) = 6$  .
- Traître :  $4 * ((0.5 * 5) - (0.5 * 3)) = 4$  .

# Dilemme du Prisonnier

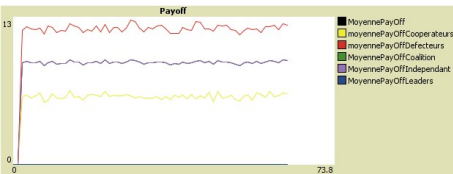


FIGURE : moyenne des payoff des agents qui trahissent et de ceux qui coopèrent .

- Courbe obtenue en utilisant la méthode random.
- Gains plus élevés pour les traîtres.
- 1 chance sur 2 de rencontrer un coopérateur et un traître pour chaque voisin.
- $\text{MoyenneDeGainParTour} = \text{nbVoisins} * ((\text{probabiliteCooperation} * \text{GainSiCooperation}) + (\text{probabiliteTraite} * \text{GainSiTraite}))$  .
- Coopérateur :  $4 * (0.5 * 3) = 6$  .
- Traître :  $4 * ((0.5 * 5) + (0.5 * 3)) = 16$  .



# Dilemme du Prisonnier

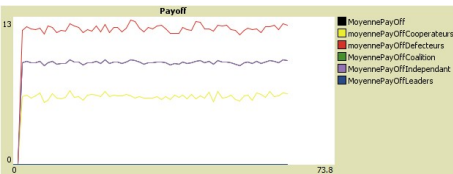
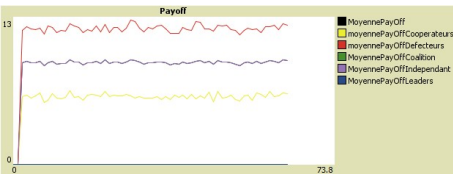


FIGURE : moyenne des payoff des agents qui trahissent et de ceux qui coopèrent .

- Courbe obtenue en utilisant la méthode random.
- Gains plus élevés pour les traîtres.
- 1 chance sur 2 de rencontrer un coopérateur et un traître pour chaque voisin.
- $\text{MoyenneDeGainParTour} = \text{nbVoisins} * ((\text{probabiliteCooperationGainSiCoopere} * (\text{probabiliteTraite} * \text{GainSiTraite})) + (\text{probabiliteCooperationGainSiCoopere} * \text{GainSiCoopere}))$
- Coopérateur :  $4 * (0.5 * 3) = 6$  .
- Traître :  $4 * ((0.5 * 5) + (0.5 * 3)) = 16$  .

# Dilemme du Prisonnier

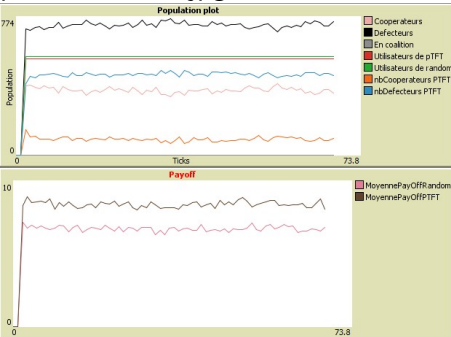


**FIGURE** : moyenne des payoff des agents qui trahissent et de ceux qui coopèrent .

- Courbe obtenue en utilisant la méthode random.
- Gains plus élevés pour les traîtres.
- 1 chance sur 2 de rencontrer un coopérateur et un traître pour chaque voisin.
- $\text{MoyenneDeGainParTour} = \text{nbVoisins} * ((\text{probabiliteCooperation} * \text{GainSiCooperation}) + (\text{probabiliteTraite} * \text{GainSiTraite}))$  .
- Coopérateur :  $4 * (0.5 * 3) = 6$  .
- Traître :  $4 * ((0.5 * 5) + (0.5 * 1)) = 10$  .

# Dilemme du Prisonnier

## pTFT Random.jpg

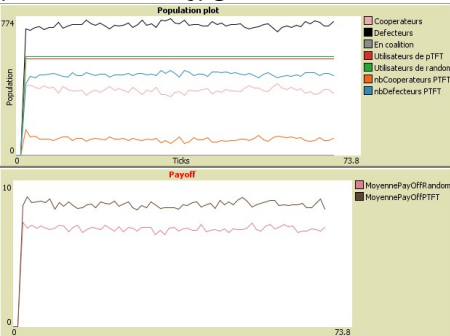


- Moitié pTFT, moitié Random ( en haut, rouge et vert).
- plus de traîtres que de coopérateurs ( noir et rose).
- différence due à la stratégie PTFT ( bleu et marron).
- Payoff du pTFT plus élevé que celui du Random.

FIGURE : Analyse des stratégies pTFT et random .

# Dilemme du Prisonnier

## pTFT Random.jpg

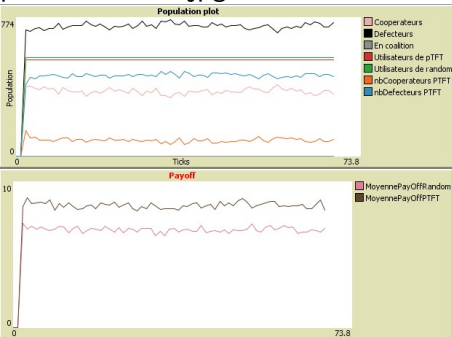


- Moitié pTFT, moitié Random ( en haut, rouge et vert).
- plus de traîtres que de coopérateurs . ( noir et rose).
- différence due à la stratégie PTFT ( bleu et marron).
- Payoff du pTFT plus élevé que celui du Random.

**FIGURE :** Analyse des stratégies pTFT et random .

# Dilemme du Prisonnier

## pTFT Random.jpg

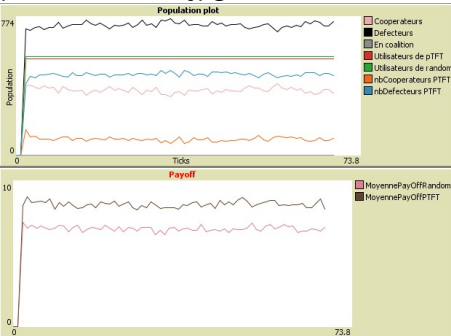


- Moitié pTFT, moitié Random ( en haut, rouge et vert).
- plus de traîtres que de coopérateurs ( noir et rose).
- différence due à la stratégie PTFT ( bleu et marron).
- Payoff du pTFT plus élevé que celui du Random.

FIGURE : Analyse des stratégies pTFT et random .

# Dilemme du Prisonnier

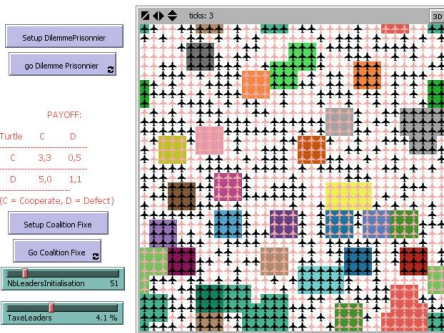
## pTFT Random.jpg



- Moitié pTFT, moitié Random ( en haut, rouge et vert).
- plus de traîtres que de coopérateurs. ( noir et rose).
- différence due à la stratégie PTFT ( bleu et marron).
- Payoff du pTFT plus élevé que celui du Random.

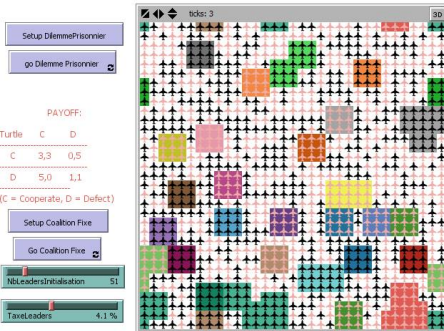
FIGURE : Analyse des stratégies pTFT et random .

## Coalition fixe



- Représentation des coalitions par la couleur de fond de la cellule.
- Initialisation du nombre de leaders et de la taxe selon un slider ( à gauche de l'image).

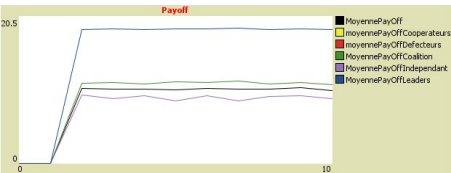
## Coalition fixe



- Représentation des coalitions par la couleur de fond de la cellule.
- Initialisation du nombre de leaders et de la taxe selon un slider ( à gauche de l'image).



## Coalition fixe



- Gain leader plus élevé  $\Rightarrow$  taxe imposée.
- Gain coalition part  $\Rightarrow$  gain indépendant  $\Rightarrow$  coopération interne.

**FIGURE :** Gains leaders par rapport aux indépendants et aux membres de la coalition Ajouter a coté de l'image .

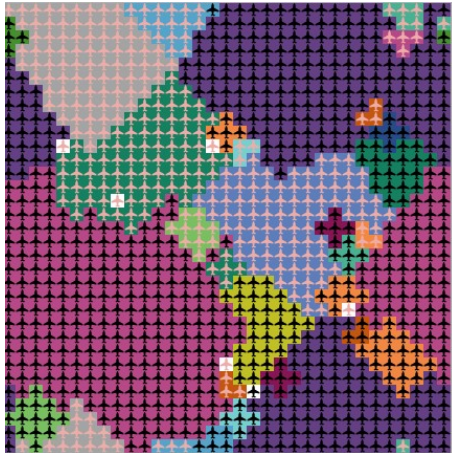
## Coalition fixe



- Gain leader plus élevé  $\Rightarrow$  taxe imposée.
- Gain coalition part  $\Rightarrow$  gain indépendant  $\Rightarrow$  coopération interne.

**FIGURE :** Gains leaders par rapport aux indépendants et aux membres de la coalition Ajouter a coté de l'image .

# Coalition dynamique



# Coalition dynamique



- La moyenne diminue => Recalcule des taxes imposées par les leaders.
- Agents restants à la fin : petite taxe de l'ordre de 1/10 de l'initialisation.

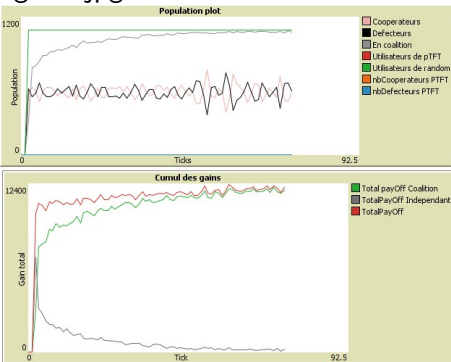
## Coalition dynamique



- La moyenne diminue => Recalcule des taxes imposées par les leaders.
- Agents restants à la fin : petite taxe de l'ordre de 1/10 de l'initialisation.

## Coalition dynamique

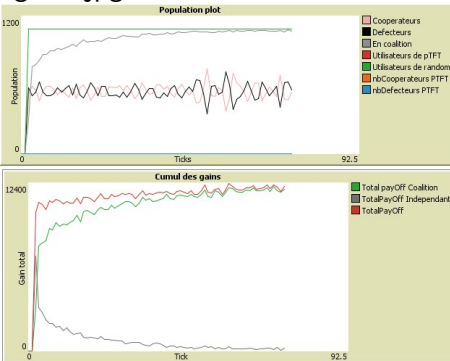
-gain cumule+ Repartition des agents.jpg



- Méthode random utilisée par tous les agents ( courbe verte).
- Agents restants à la fin : petite taxe de l'ordre de 1/10 de l'initialisation.
- Le nombre d'agents en coalition augmente au fil du temps.
- donc le cumul des gains en coalition augmente .
- Avec le temps : Grandes coalitions.
- Approche du gain optimal => Coopération entre tous les agents

# Coalition dynamique

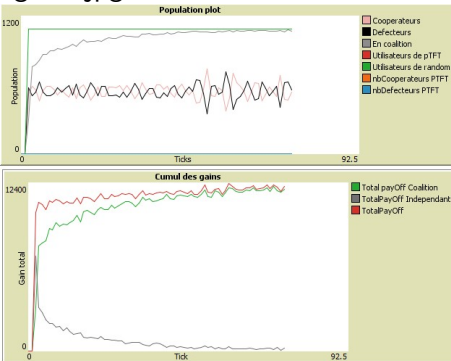
-gain cumule+ Repartition des agents.jpg



- Méthode random utilisée par tous les agents ( courbe verte).
- Agents restants à la fin : petite taxe de l'ordre de 1/10 de l'initialisation.
- Le nombre d'agents en coalition augmente au fil du temps.
- donc le cumul des gains en coalition augmente .
- Avec le temps : Grandes coalitions.
- Approche du gain optimal => Coopération entre tous les agents

## Coalition dynamique

-gain cumule+ Repartition des agents.jpg

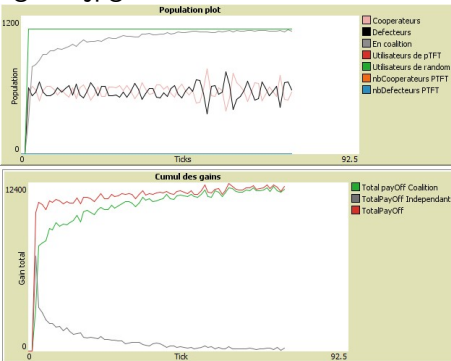


- Méthode random utilisée par tous les agents ( courbe verte).
- Agents restants à la fin : petite taxe de l'ordre de 1/10 de l'initialisation.
- Le nombre d'agents en coalition augmente au fil du temps.
- donc le cumul des gains en coalition augmente .
- Avec le temps : Grandes coalitions.
- Approche du gain optimal => Coopération entre tous les agents



# Coalition dynamique

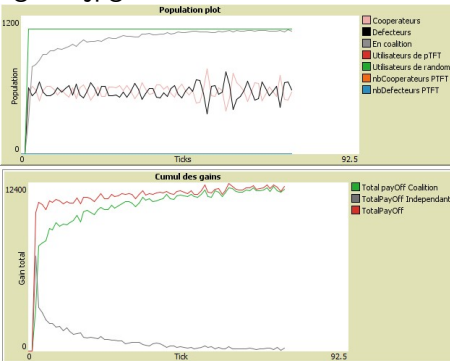
-gain cumule+ Repartition des agents.jpg



- Méthode random utilisée par tous les agents ( courbe verte).
- Agents restants à la fin : petite taxe de l'ordre de 1/10 de l'initialisation.
- Le nombre d'agents en coalition augmente au fil du temps.
- donc le cumul des gains en coalition augmente .
- Avec le temps : Grandes coalitions.
- Approche du gain optimal => Coopération entre tous les agents

# Coalition dynamique

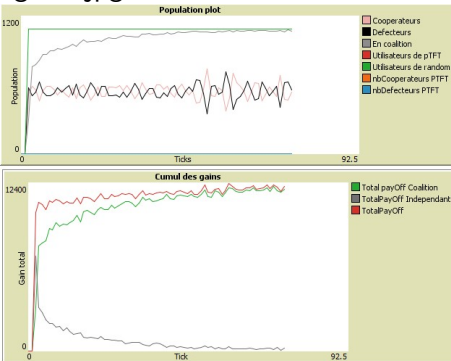
-gain cumule+ Repartition des agents.jpg



- Méthode random utilisée par tous les agents ( courbe verte).
- Agents restants à la fin : petite taxe de l'ordre de 1/10 de l'initialisation.
- Le nombre d'agents en coalition augmente au fil du temps.
- donc le cumul des gains en coalition augmente .
- Avec le temps : Grandes coalitions.
- Approche du gain optimal => Coopération entre tous les agents

## Coalition dynamique

-gain cumule+ Repartition des agents.jpg

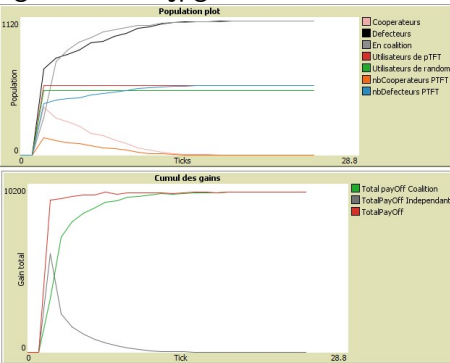


- Méthode random utilisée par tous les agents ( courbe verte).
- Agents restants à la fin : petite taxe de l'ordre de 1/10 de l'initialisation.
- Le nombre d'agents en coalition augmente au fil du temps.
- donc le cumul des gains en coalition augmente .
- Avec le temps : Grandes coalitions.
- Approche du gain optimal => Coopération entre tous les agents

FIGURE : Cumul des gains et répartition

## Coalition dynamique

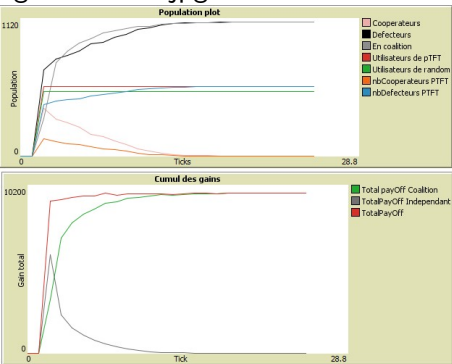
-gain cumule+ Repartition des agents PTFT.jpg



- Moitié Random Moitié pTFT..
- Tous les agents qui utilisent le pTFT Trahissent les membres ne faisant pas partie de leur coalitions.
- Le nombre d'agents en coalition augmente au fil du temps.
- Les agents qui utilisent le random Trahissent aussi => pTFT Leaders de coalition qui dictent la stratégie.
- Stagnation du système : plus de mouvement de coalition.

## Coalition dynamique

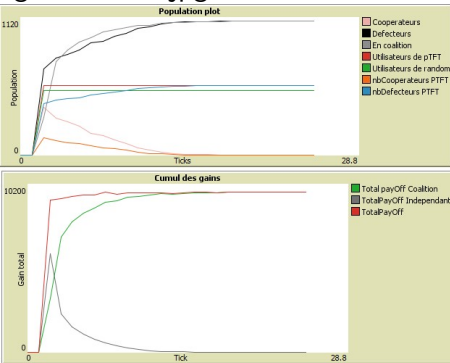
-gain cumule+ Repartition des agents PTFT.jpg



- Moitié Random Moitié pTFT..
- Tous les agents qui utilisent le pTFT Trahissent les membres ne faisant pas partie de leur coalitions.
- Le nombre d'agents en coalition augmente au fil du temps.
- Les agents qui utilisent le random Trahissent aussi => pTFT Leaders de coalition qui dictent la stratégie.
- Stagnation du système : plus de mouvement de coalition.

# Coalition dynamique

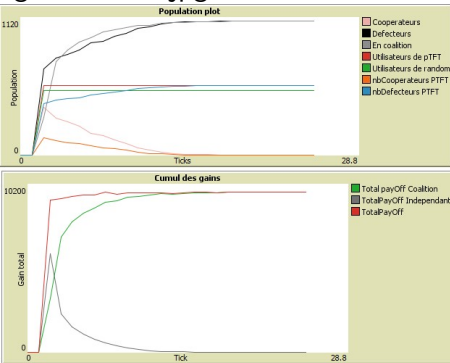
-gain cumule+ Repartition des agents PTFT.jpg



- Moitié Random Moitié pTFT..
- Tous les agents qui utilisent le pTFT Trahissent les membres ne faisant pas partie de leur coalitions.
- Le nombre d'agents en coalition augmente au fil du temps.
- Les agents qui utilisent le random Trahissent aussi => pTFT Leaders de coalition qui dictent la stratégie.
- Stagnation du système : plus de mouvement de coalition.

## Coalition dynamique

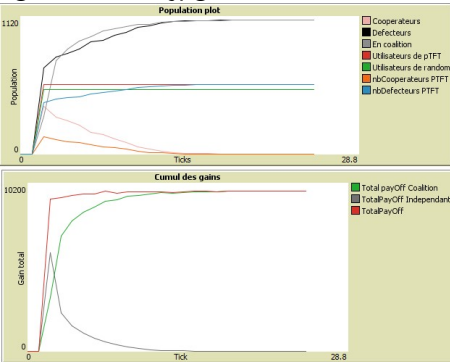
-gain cumule+ Repartition des agents PTFT.jpg



- Moitié Random Moitié pTFT..
- Tous les agents qui utilisent le pTFT Trahissent les membres ne faisant pas partie de leur coalitions.
- Le nombre d'agents en coalition augmente au fil du temps.
- Les agents qui utilisent le random Trahissent aussi => pTFT Leaders de coalition qui dictent la stratégie.
- Stagnation du système : plus de mouvement de coalition.

# Coalition dynamique

-gain cumule+ Repartition des agents PTFT.jpg



- Moitié Random Moitié pTFT..
- Tous les agents qui utilisent le pTFT Trahissent les membres ne faisant pas partie de leur coalitions.
- Le nombre d'agents en coalition augmente au fil du temps.
- Les agents qui utilisent le random Trahissent aussi => pTFT Leaders de coalition qui dictent la stratégie.
- Stagnation du système : plus de mouvement de coalition.



# Plan de l'exposé

- 1 Introduction
- 2 Système Multi-Agent
  - Répartition spatiale
  - Les états des agents
  - Règles du jeu
  - Formation de coalition
  - Gestion des Stratégies
- 3 Simulation et Implémentation
  - Dilemme du Prisonnier
  - Coalition fixe
  - Coalition dynamique
- 4 Conclusion

