

# Détection de collision pour la simulation temps réel d'objets complexes déformables en environnement virtuel hautement dynamique



PITIOT Thomas

Directeur de thèse : CAZIER David

Laboratoire ICube  
Illkirch-Graffenstaden



Introduction

Social Agents 2

Les Agents polygonaux

Résultats & Perspectives

# Détection de collision en environnement virtuel

- Spécialisation cas dynamique et complexe : grands nombres d'objets éventuellement déformables et mobiles (Simulation de foule, Simulation d'organe)
- Entités non-ponctuels **temps réel** :
  - la plupart des travaux considèrent uniquement une boule englobante pour faciliter les calculs
  - Robotique

# La simulation de foule

## **Définition :**

Des entités autonomes appelées « agents » évoluent dans un environnement virtuel.

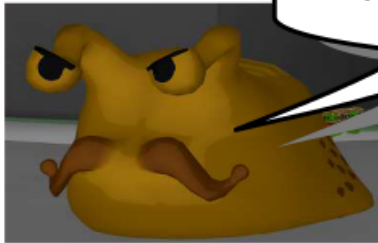
Ils ont un objectif dans l'espace à atteindre.

Ils doivent éviter les autres agents et les obstacles de l'environnement.

# Deux problèmes : 1

## Requêtes de proximité

Où est-ce que je désire me rendre ?  
Qui est autour de moi ?



# Deux problèmes : 2

## Calcul du comportement

Comment réagir à ce qui est autour de moi  
tout en avançant vers mon objectif ?  
Dois-je me déformer ?



- ➔ Pas le sujet principal :  
On utilise le modèle des « potential fields »

# Techniques pour les requêtes de proximité

- Arbres ou graphes de voisinage :
  - Bonne notion d'adjacence : requêtes localisées
  - Peu adapté aux environnements dynamiques
- Grilles d'enregistrement
  - Souvent des grilles régulières : Peu adapté aux environnements vastes et aux variations de densité

Introduction

Social Agents 2

Les Agents polygonaux

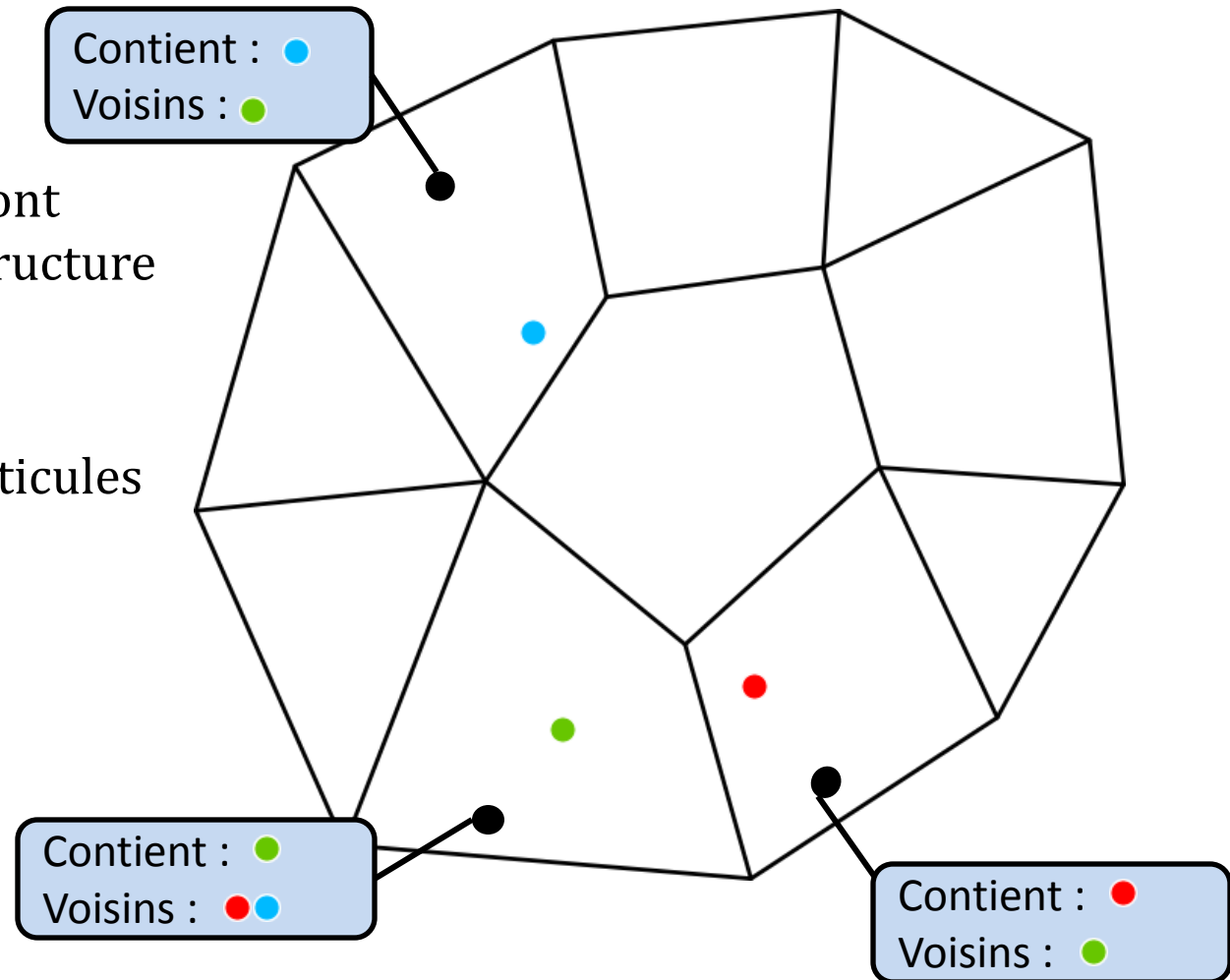
Résultats & Perspectives



# L'application

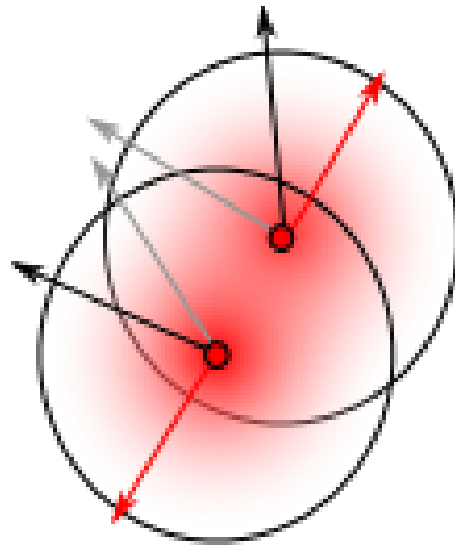
Des Agents ponctuels sont enregistrés dans une structure au sol

Système de suivi de particules



# L'application

- L'évitement est géré grâce à des champs de forces



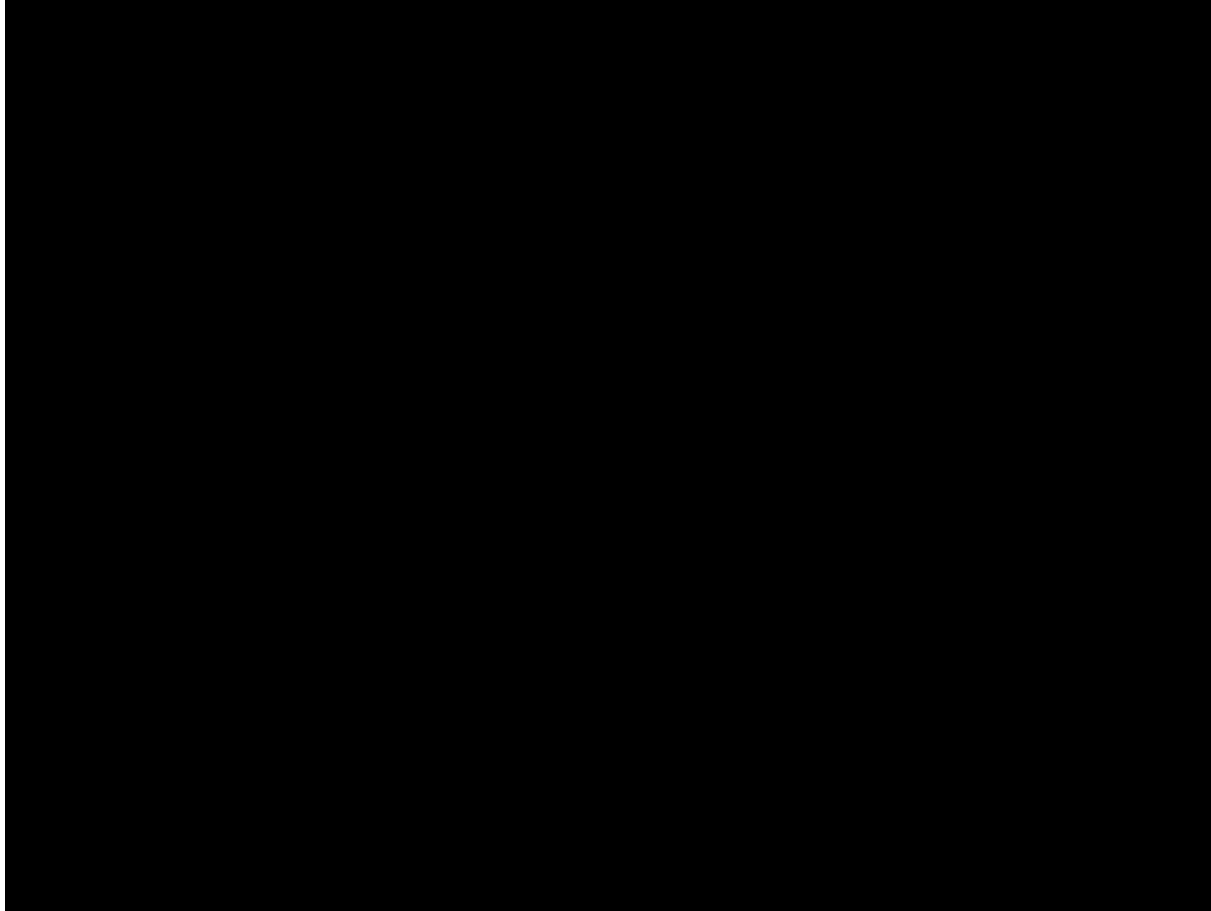
# La structure clé

- Repose entièrement sur l'utilisation d'une structure : la 2-carte multirésolution
  - Représente l'environnement n'importe quelle 2-variété
  - Notion d'adjacence forte permet des requêtes localisées en temps constant
  - Multirésolution permet de borner la taille des vecteurs d'agents et de limiter le nombre de changements de cellules

# A unified structure for crowd simulation

[JKC12] JUND T., KRAEMER P., CAZIER D. : A unified structure for crowd simulation. *Computer Animation and Virtual Worlds*. Vol. 23, Num. 3 (2012), 311–320.

# Social Agents 2 : Vidéo



Introduction

Social Agents 2

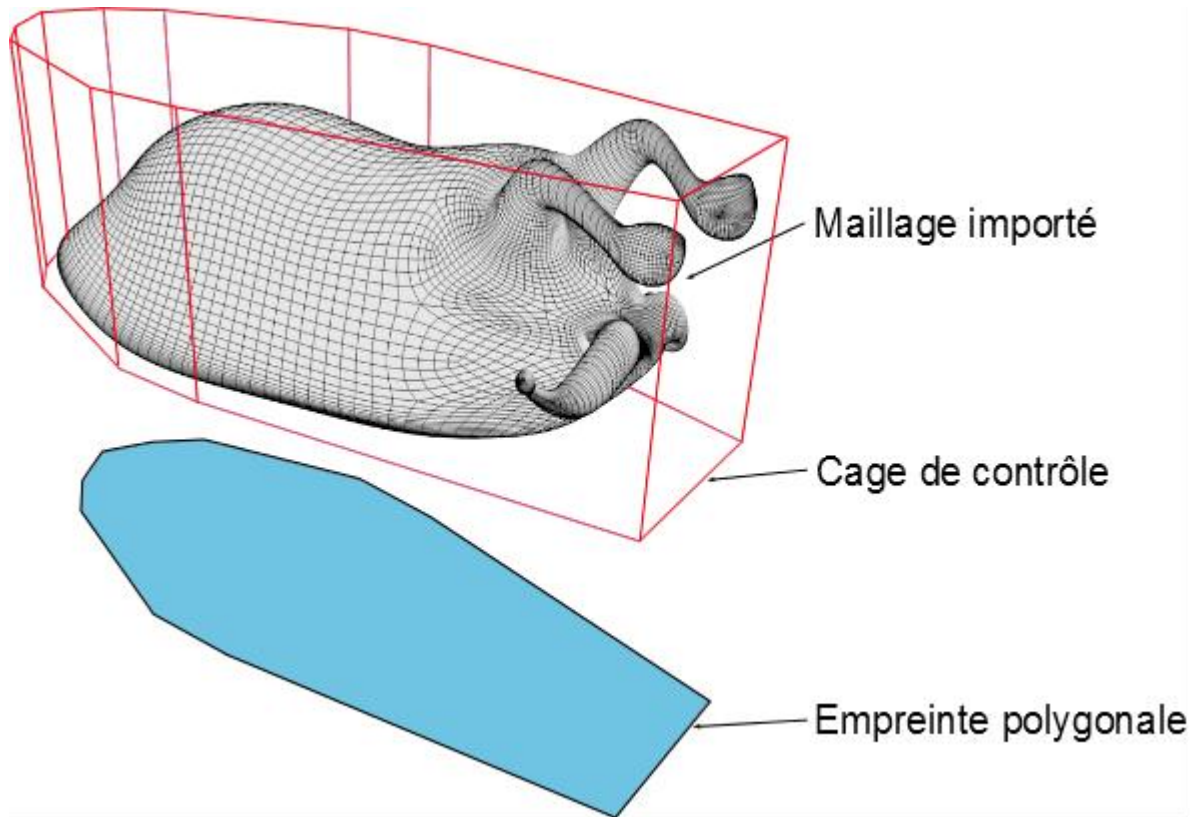
Les Agents polygonaux

Résultats & Perspectives

# Objectif

- Ajouter des agents non-ponctuelles déformables dans Social Agents 2
- Ces agents peuvent avoir une forme arbitraire
- Conserver la notion de forme de l'agent pour l'évitement
- Ces agents s'éviteront entre eux mais n'éviteront pas les agents ponctuels

# Import de l'agent

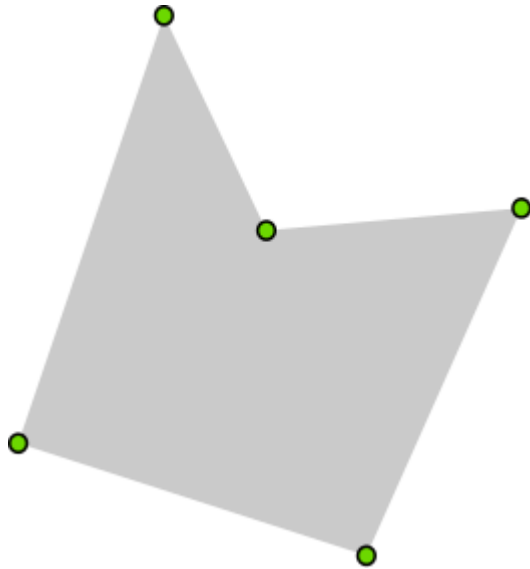




# Import de l'agent

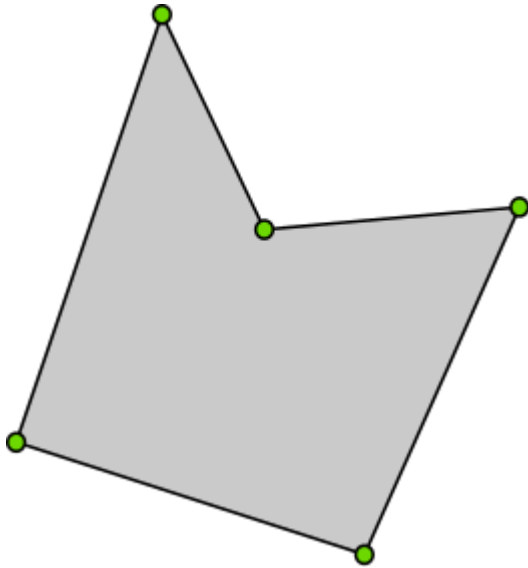


# Composition d'un agent



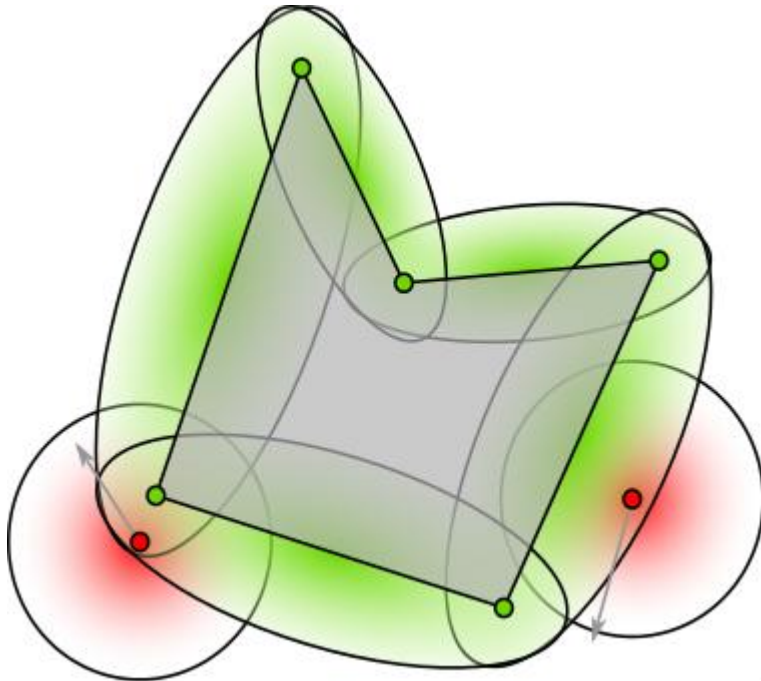
- Sommets :
  - Particule associée pour l'enregistrement
  - Subit les forces :
    - d'attraction (objectif)
    - de répulsion (autres agents et obstacles)
    - de maintien de la forme (ShapeMatching)

# Composition d'un agent



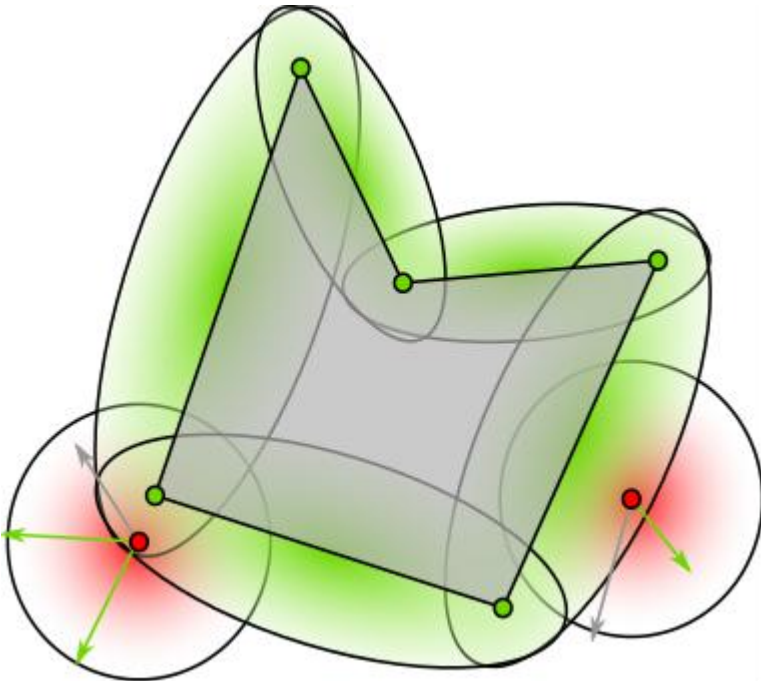
- Sommets
- Arêtes :
  - Représentation de l'obstacle pour l'évitement

# Composition d'un agent



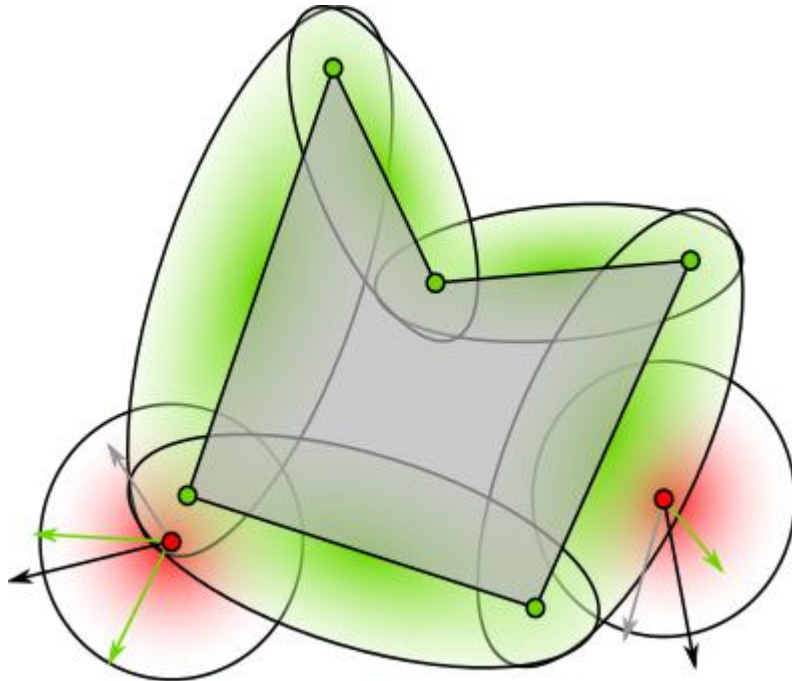
- Sommets
- Arêtes :
  - Représentation de l'obstacle pour l'évitement
  - Repousse les autres agents

# Composition d'un agent



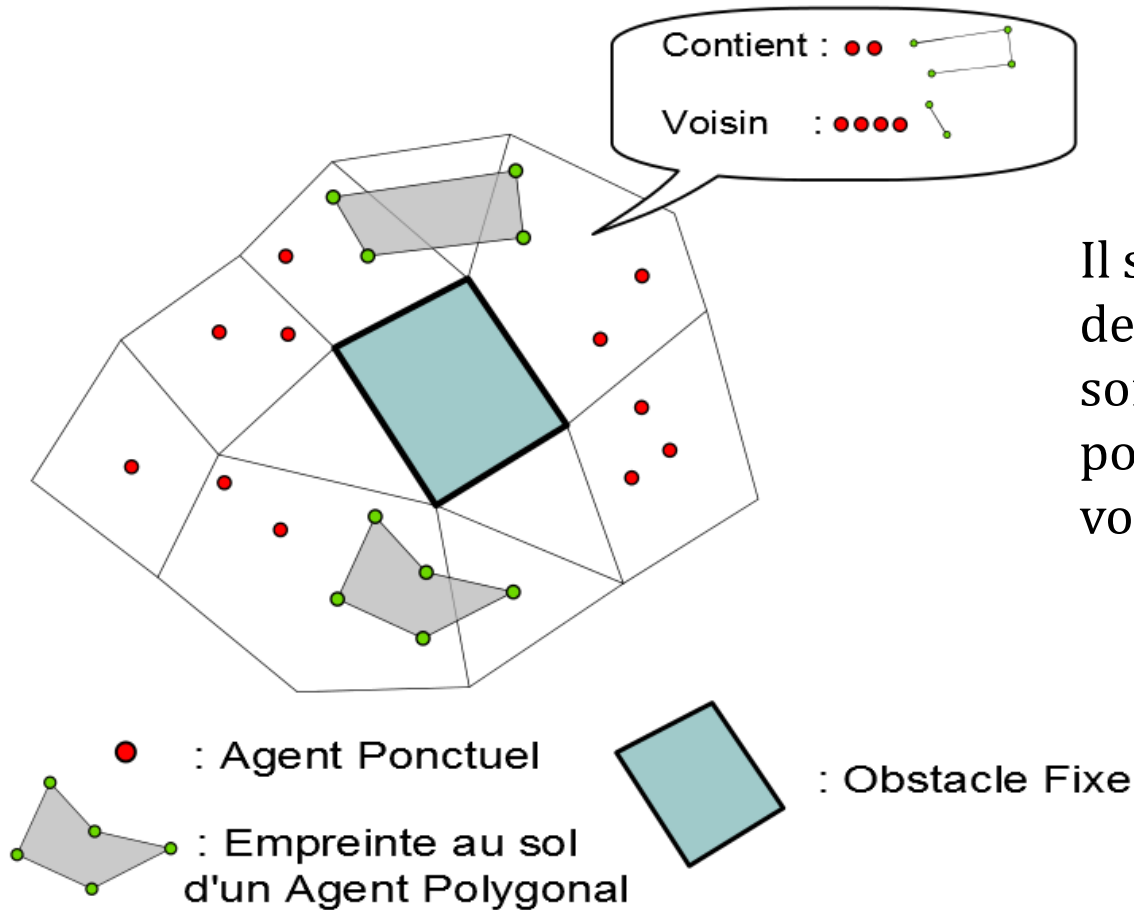
- Sommets
- Arêtes :
  - Représentation de l'obstacle pour l'évitement
  - Repousse les autres agents

# Composition d'un agent



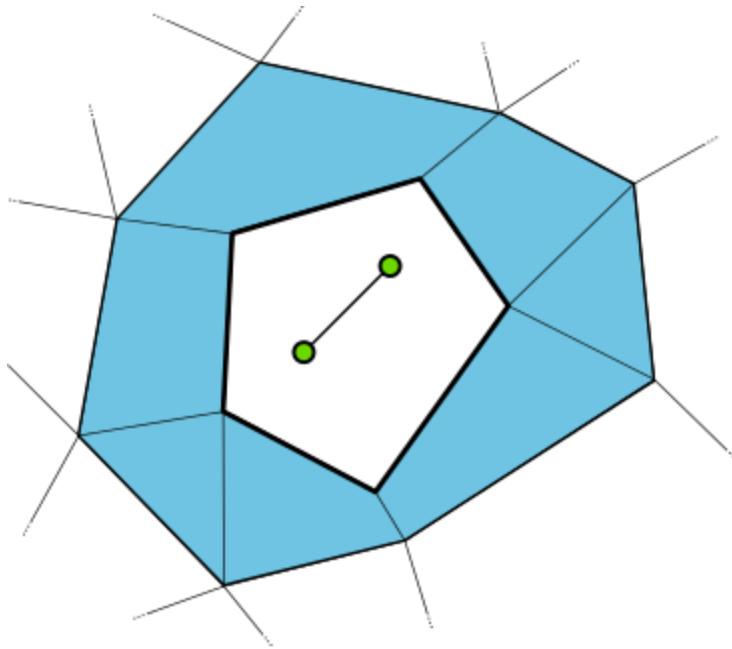
- Sommets
- Arêtes :
  - Représentation de l'obstacle pour l'évitement
  - Repousse les autres agents

# Enregistrement : objectif



Il suffit à un agent de demander à sa cellule (ou son ensemble de cellules) pour connaître son voisinage.

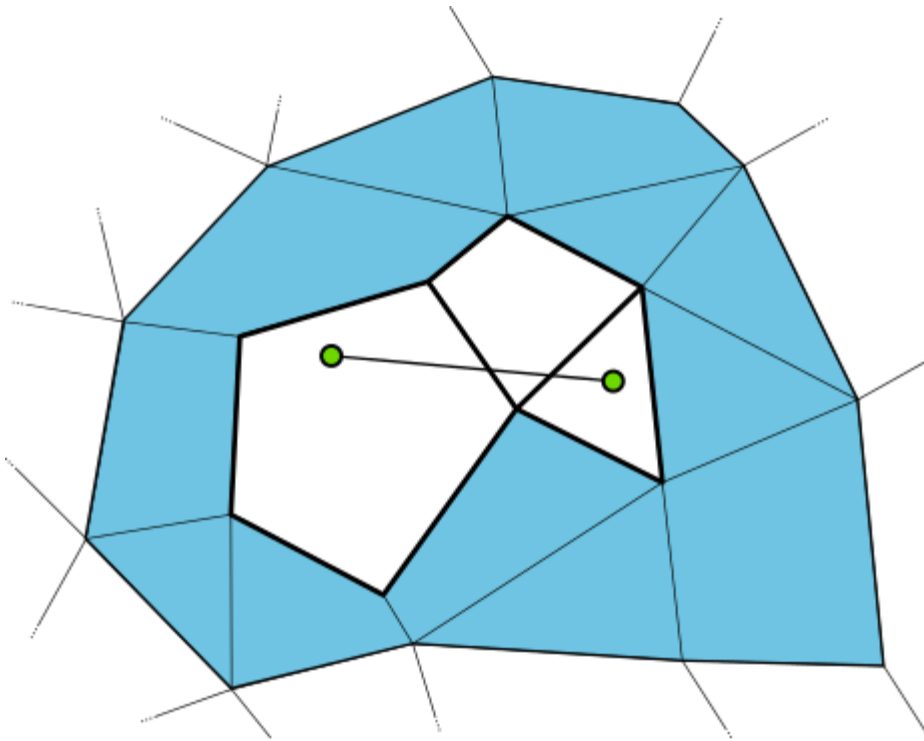
# Enregistrement : cas 1



Même enregistrement  
qu'un agent ponctuel



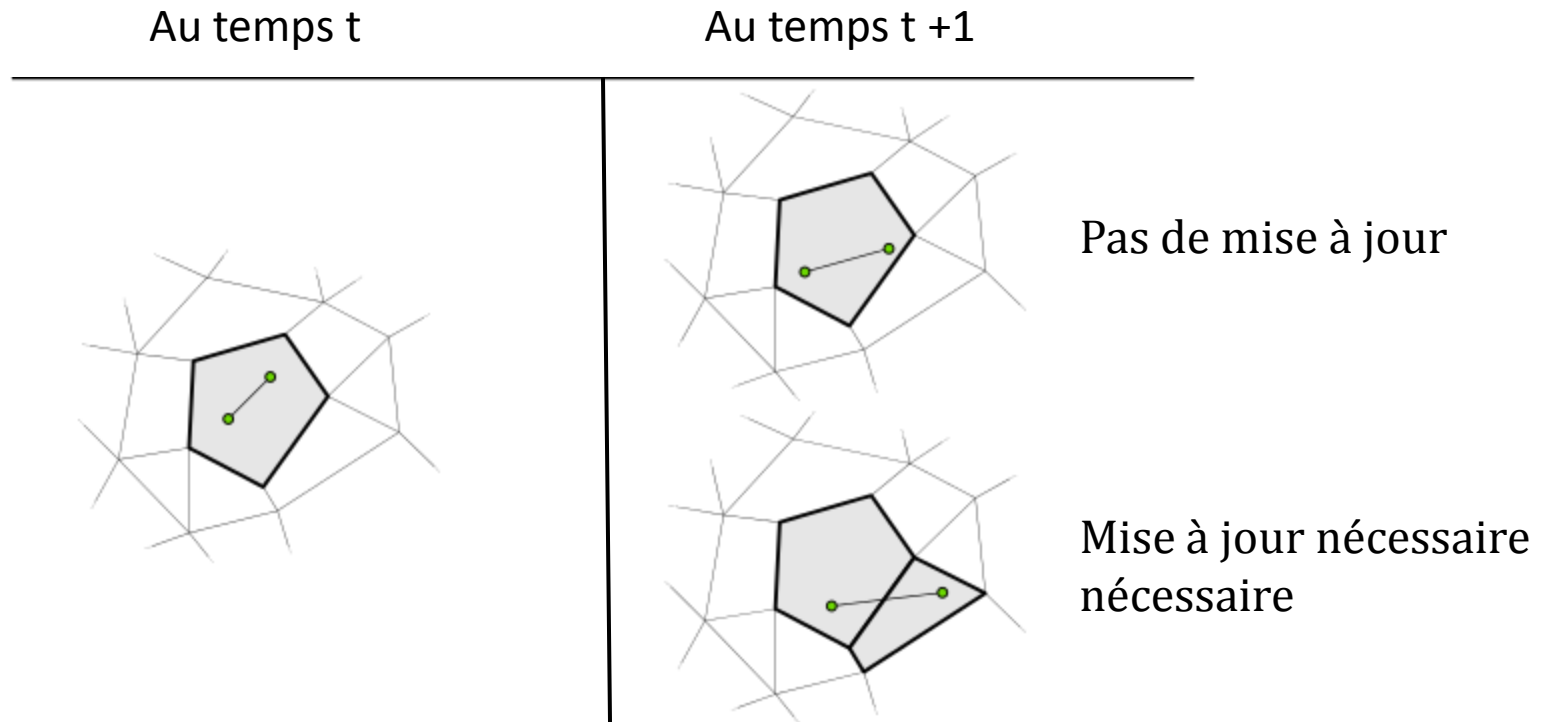
# Enregistrement : cas 2



- Envoie d'une particule virtuelle entre les deux extrémités de l'arête
- Elle retient l'ensemble des cellules parcourues et enregistre l'arête à l'intérieur
- On détermine le one-ring de cet ensemble
- On enregistre l'arête en tant que voisine dedans

# Maintien de l'enregistrement

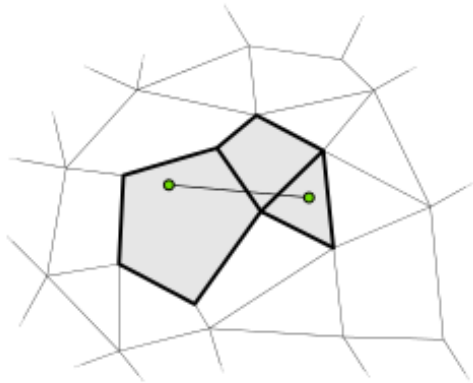
- Cas 1 : départ même cellule



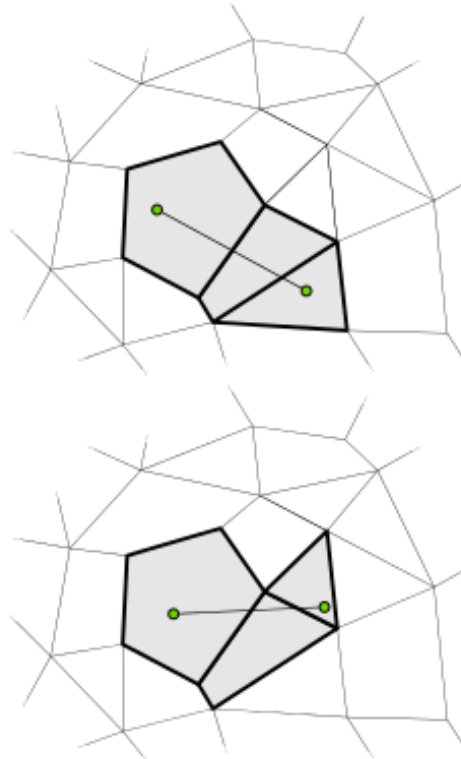
# Maintien de l'enregistrement

- Cas 2 : départ cellules différentes

Au temps  $t$



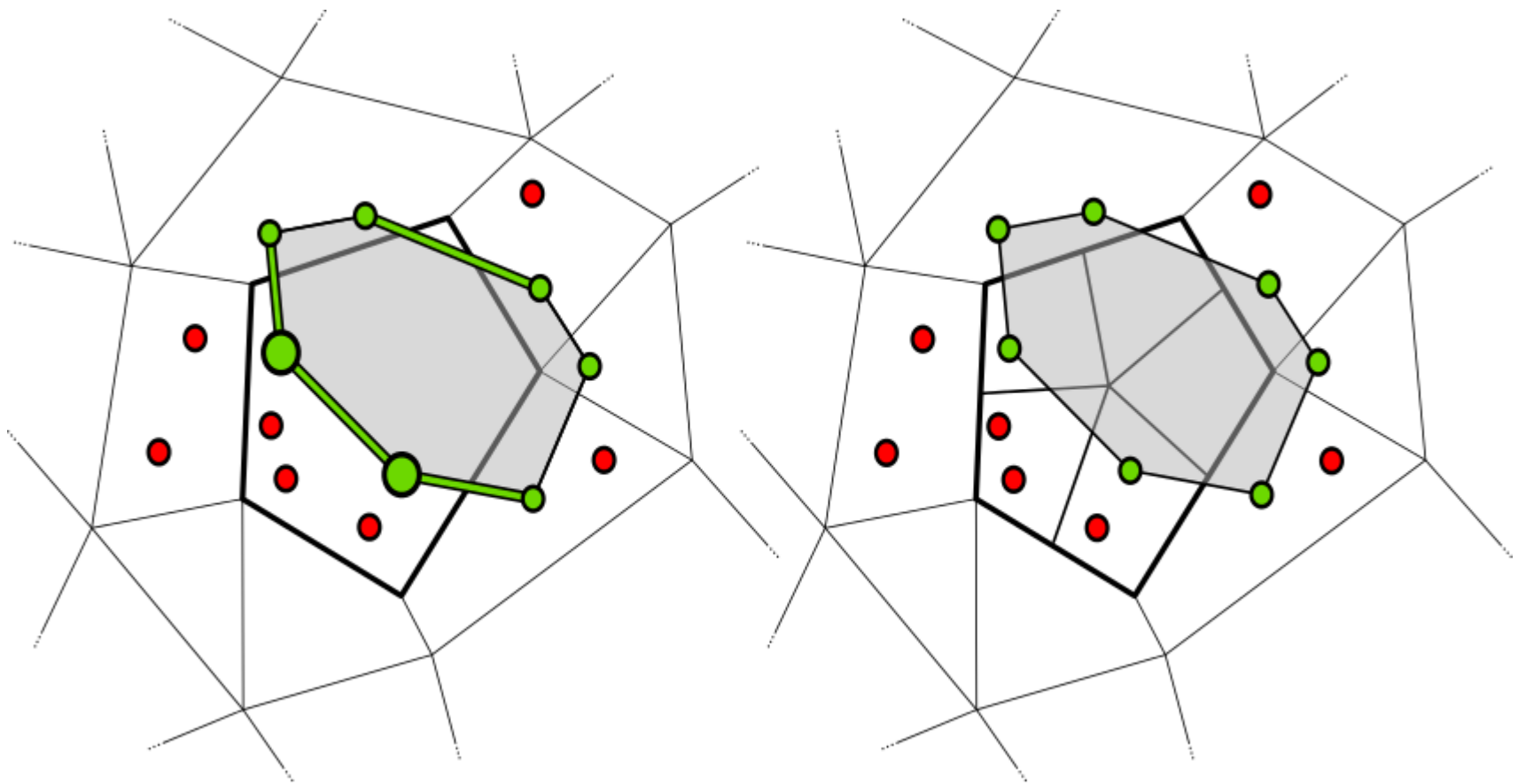
Au temps  $t + 1$



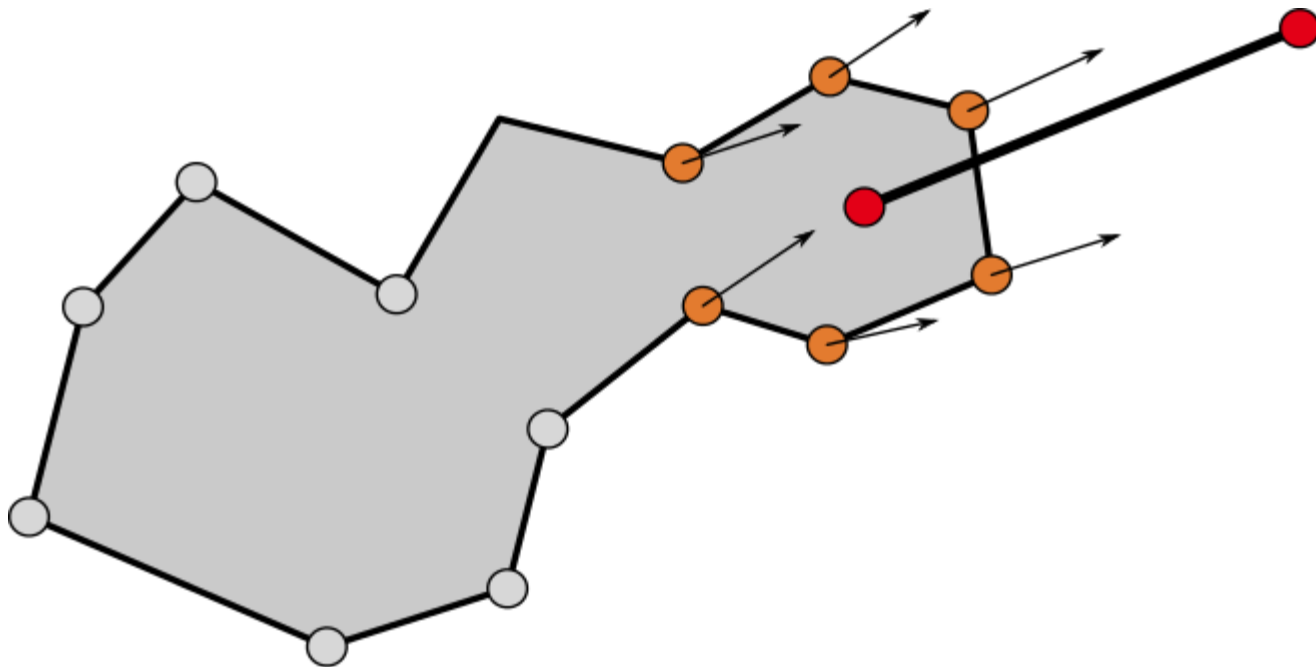
Mise à jour toujours  
nécessaire

# Maintien de l'enregistrement

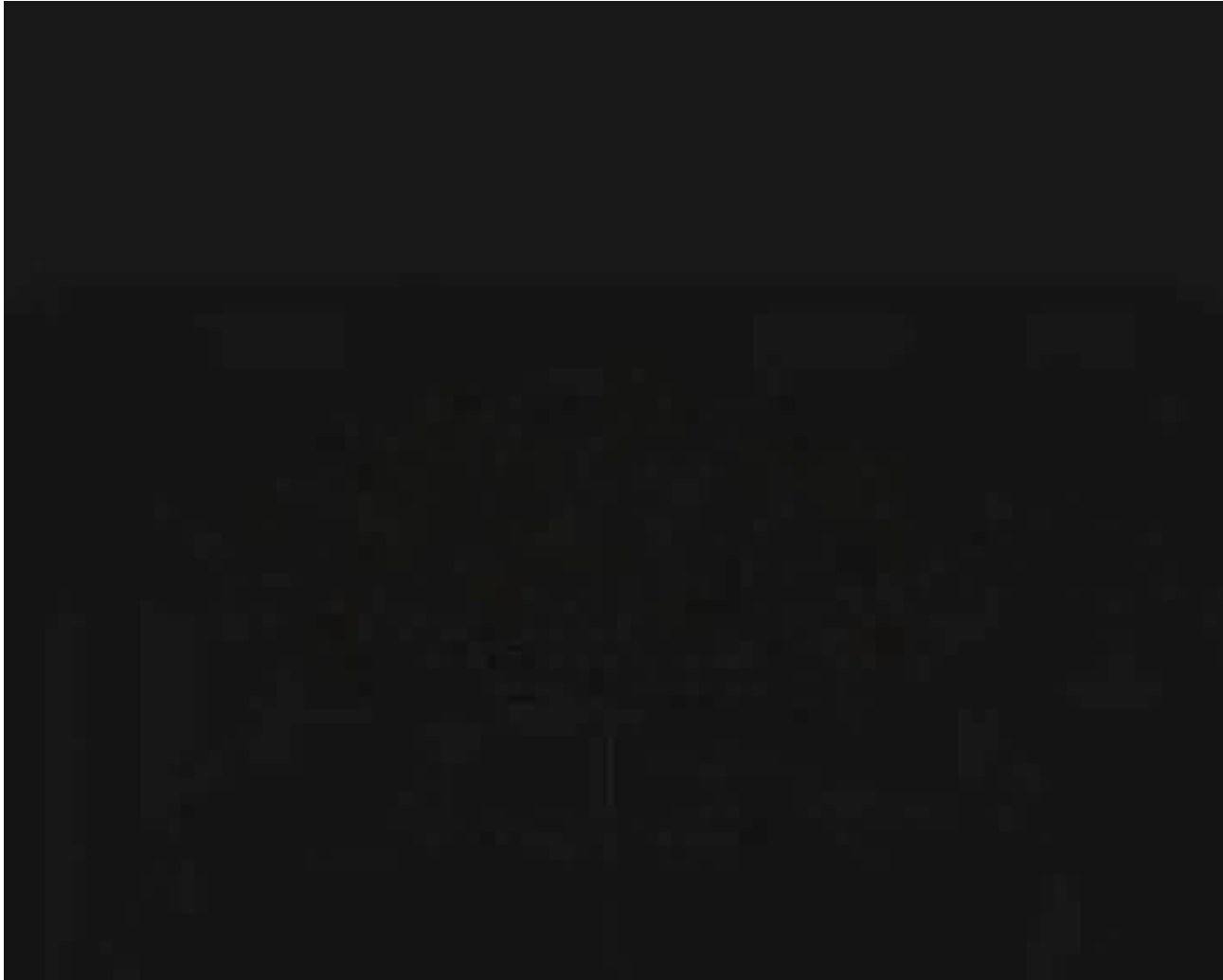
- Multirésolution



# Ajout comportemental



# Vidéo



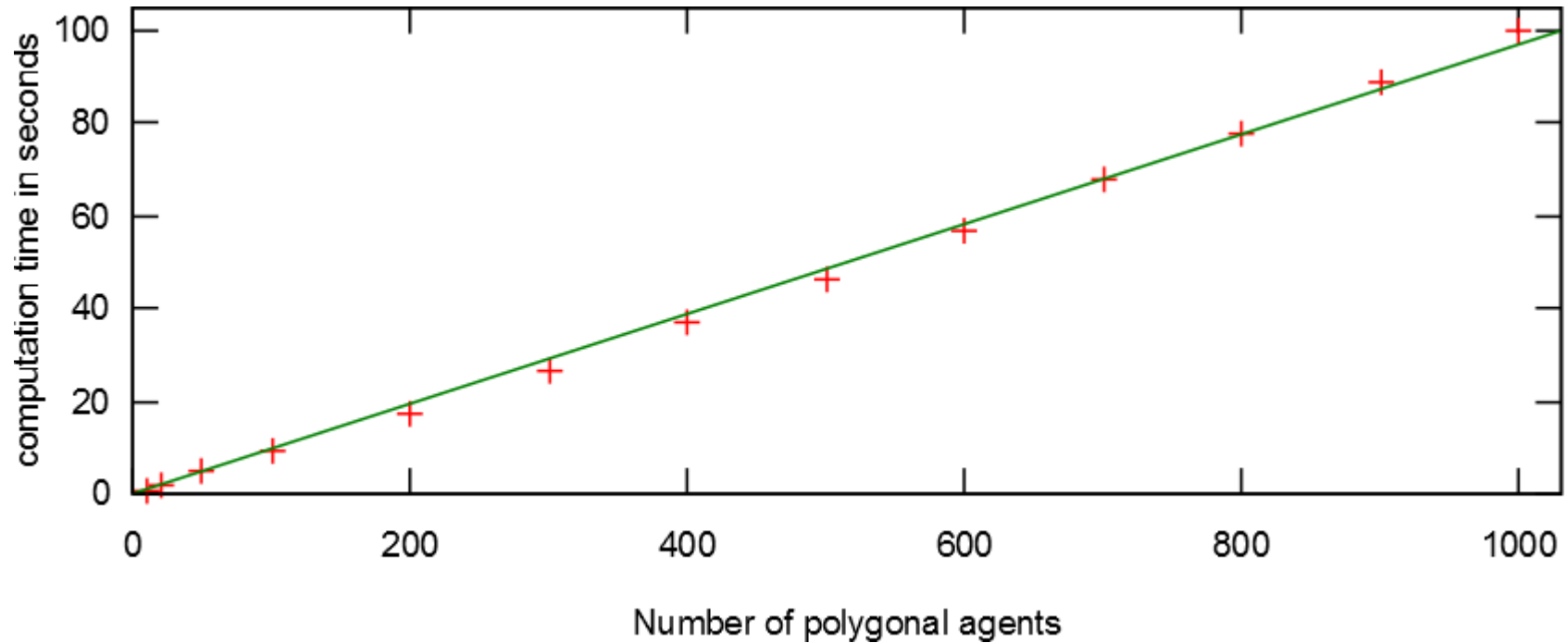
Introduction

Social Agents 2

Les Agents polygonaux

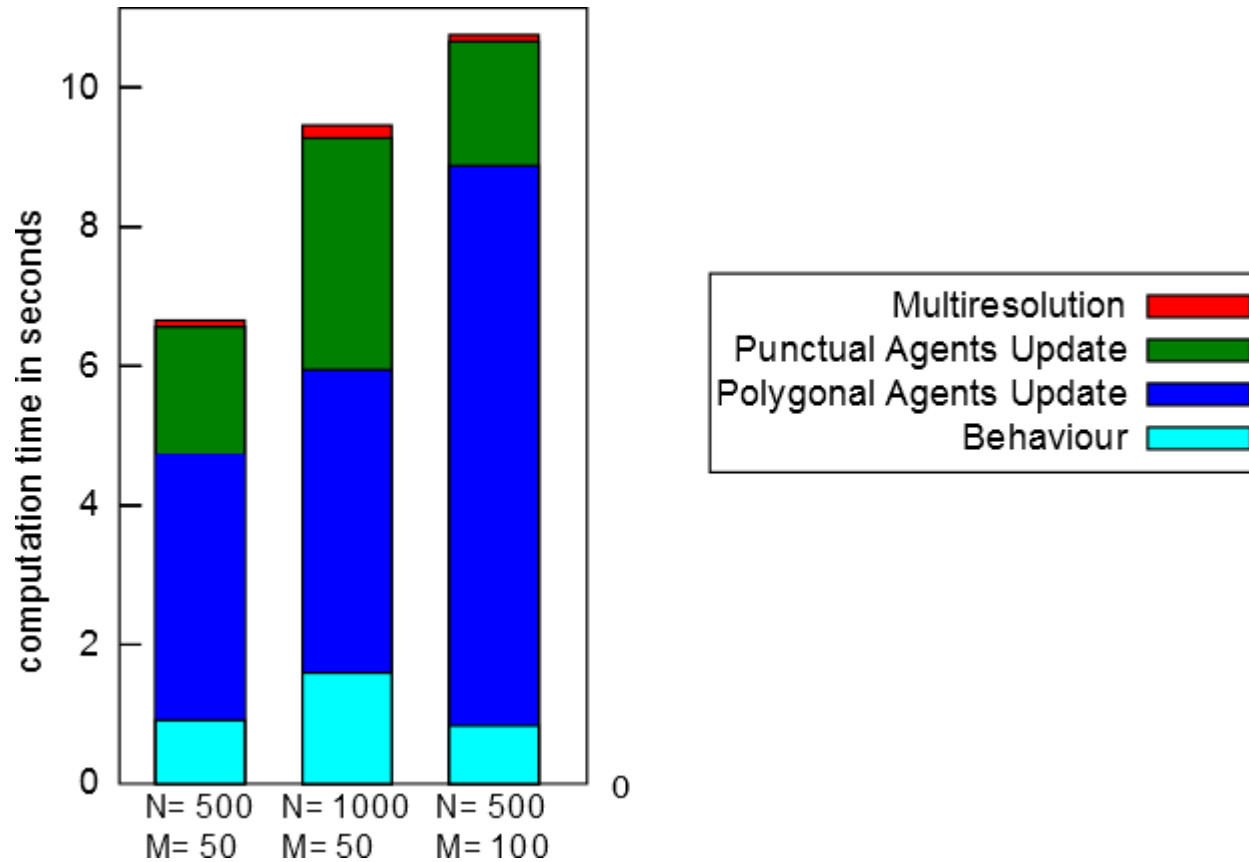
Résultats & Perspectives

# Linéarité en fonction du nombre d'agents

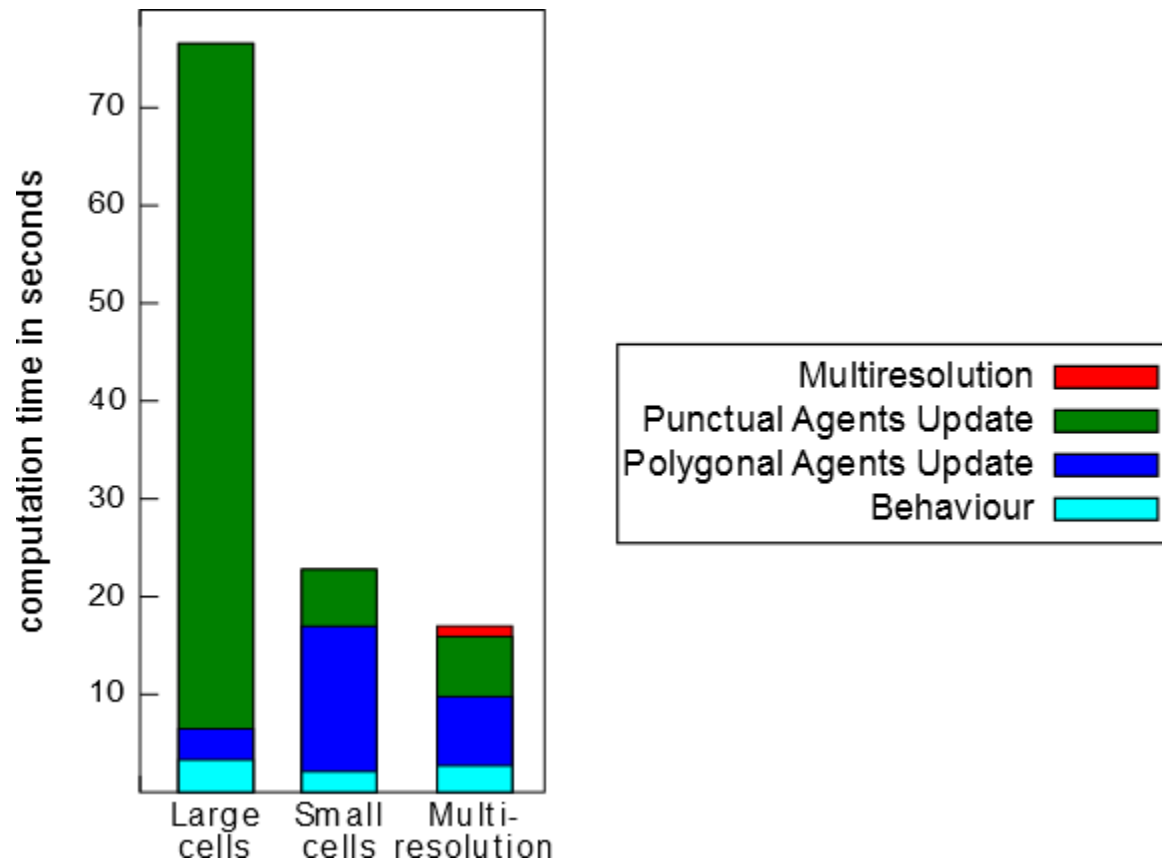




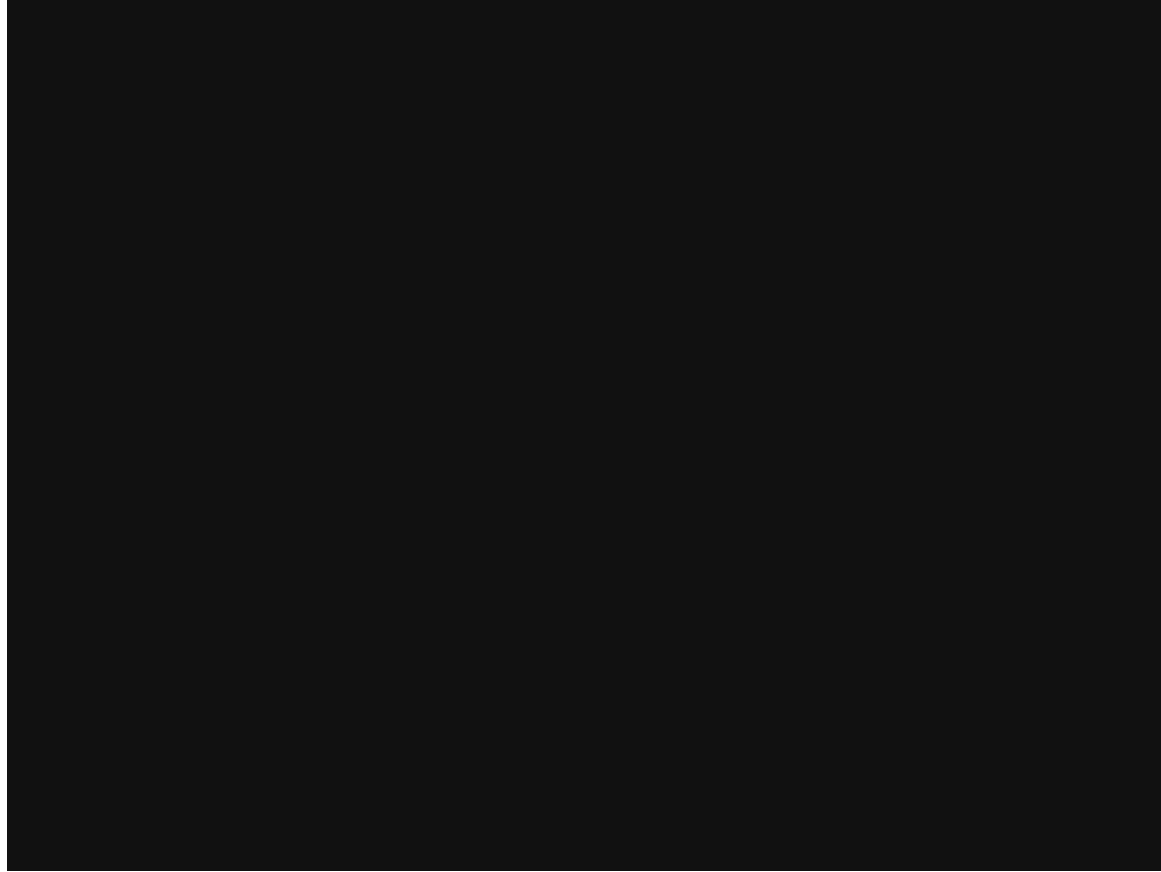
# Comparaison des coûts



# Comparaison des coûts : La multirésolution



# Vidéo 2D Surfacique



# La suite de la thèse

- Passage 3D : Maillages volumiques ( voir la présentation suivante )
- Simulation temps réel du foie pour insertion d'aiguilles pendant l'opération



**Merci de votre attention !**

**Avez-vous des questions ?**