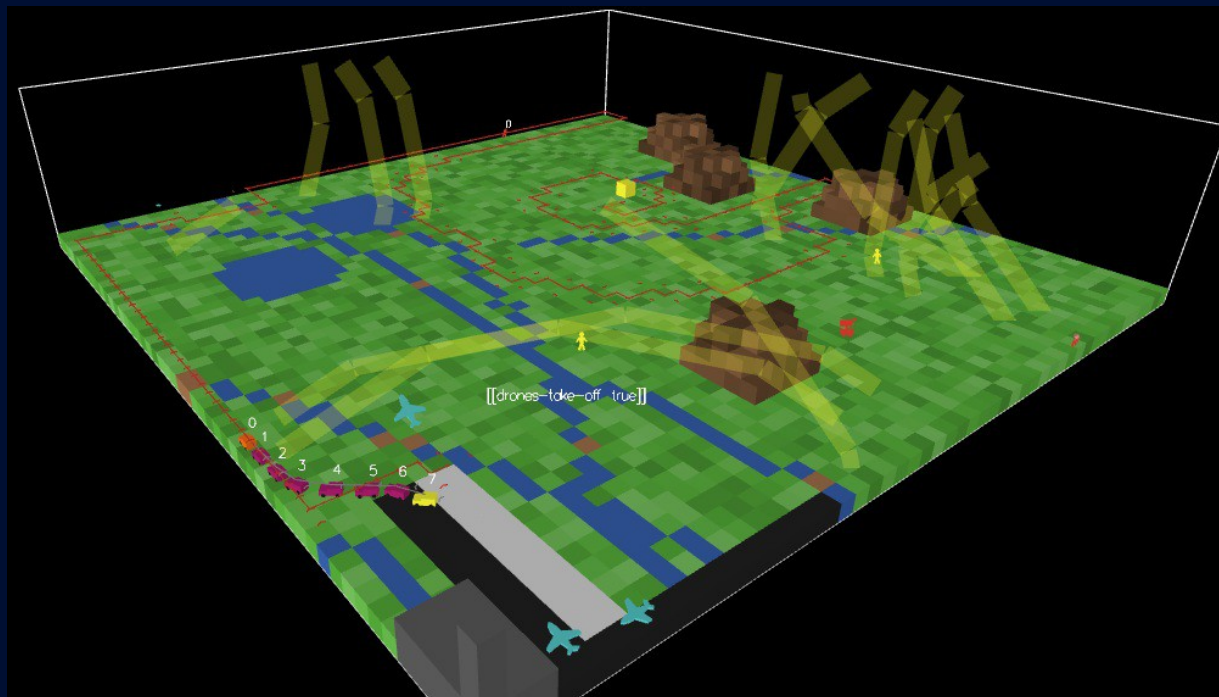




# Simulation de drones pour l'escorte de convois

Projet de simulation multi-agents en NetLogo



Issam BANI

Olivier HOTEL

Stephen LARROQUE

# Cadre

- NetLogo3D 5 avec extension BDI+FIPA
- Scénario:
  - convoi humanitaire qui doit atteindre un but
  - une voiture à protéger contre les ennemis
- Contrôle uniquement les drones (pas le convoi ni les ennemis)

# Présentation de la simulation

- Environnement:
  - Dynamique, avec obstacles (montagnes, lacs, rivières et ponts)
  - Continu en X et Y
  - Semi-discrétisé en Z (sol, basse et haute altitudes)



- Mouvements réalistes avec limitation d'angle

# Path Ahead exploration



# Circular exploration

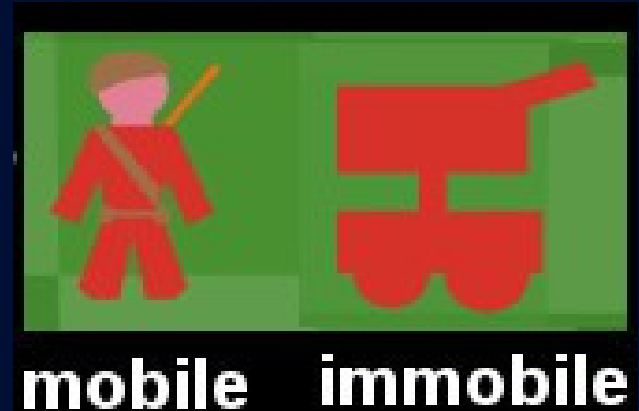


# Allocation des stratégies

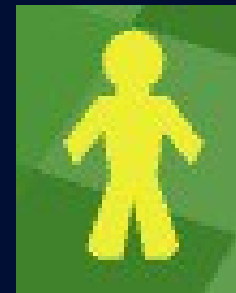
- Communication des stratégies entre drones
- 1 drone reste avec le convoi
- Les autres choisissent et la communiquent

# Ennemis et citoyens

- Ennemis:
  - Fixe
  - Mobile
  - Toujours agressifs
  - Détection par image



- Citoyens:
  - Agressif ou neutre
  - Détection par comportement





# Stratégies d'attaque

- Évitement instinctif  
(déviation trajectoire par rapport à vision de l'ennemi)
- Détection individus agressif:
  - Shape-based pour ennemis
  - Behavior-based pour citoyens
- Si détection positive:
  - Question au QG: autorisation de tir? Si feu vert:
  - Regroupement et tir à K drones

# Communication

- Architecture BDI + FIPA ACL
- Asynchrone, P2P et distribuée (infos locales, ex: position du convoi)
- Communications:
  - convoi → drones
  - drones → drones
- Couverture wifi limitée → Scattering problem
- Relai haute-altitude avec QG

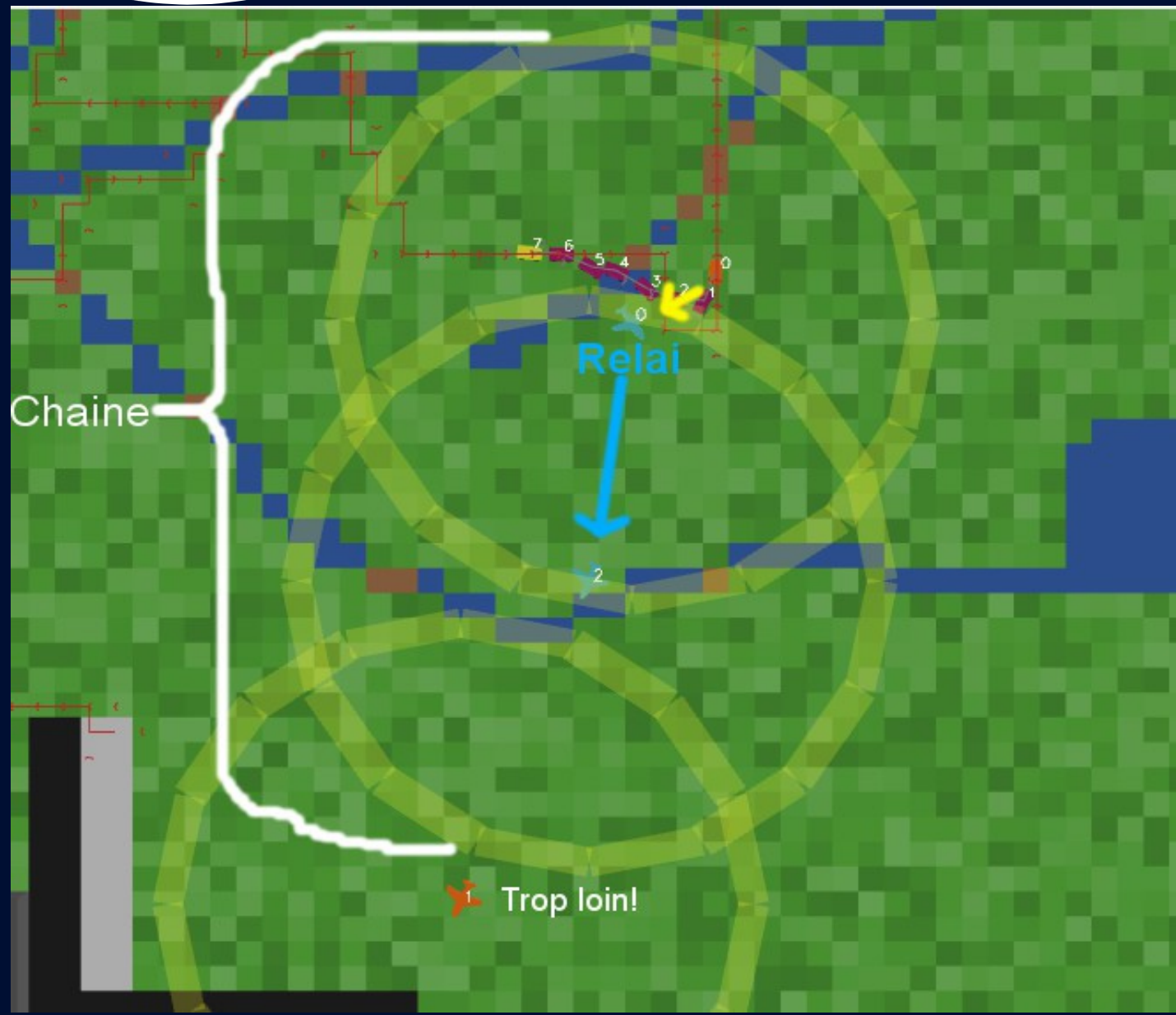
# Broadcast



# Relay



# Relay



# Replay - Keep-me-posted



# Scattering problem

(Gradinariu Potop-Butucaru, 2010)

- Comment ajuster les mouvements des drones pour rester dans la couverture de communication?
- Connectivity-Preserving Scattering algorithm
- Permet de diminuer la couverture wifi  
→ + discret, - d'énergie
- Mais suppose que les drones peuvent:
  - Etre stationnaire → crash
  - Tourner à des angles absolus → impossible



# Conclusion et ouverture

- Modèle assez réaliste  
(contraintes physiques, gestion des ressources)
- Contrôle et communications décentralisés
- Autonomie et efficacité, bonne coopération avec humains
- Passe à l'échelle: complexité selon agents cognitifs (drones et ennemis) mais pas taille environnement



# Discussion

- Communications fragiles aux attaques *spoofing*
- Scattering à mieux adapter
- Implémentation en cas réel:
  - Gestion de l'incertain (position, communications perdues, etc.)
  - Hardware: réimplémenter les fonctions NetLogo de base (extension GoGo?)
  - Localisation
  - Vision

# Références

- Enhancing NetLogo to simulate BDI communicating agents, 2008, Sakellariou, I., Kefalas, P., & Stamatopoulou, I. In Artificial Intelligence: Theories, Models and Applications (pp. 263-275). Springer Berlin Heidelberg.
- Connectivity-Preserving Scattering of Mobile Robots with Limited Visibility, 2010, Taisuke Izumi, Maria Gradinariu Potop-Butucaru, Sébastien Tixeuil, SSS 2010: 319-331

**Merci!**

**Slides Bonus**

# Les agents

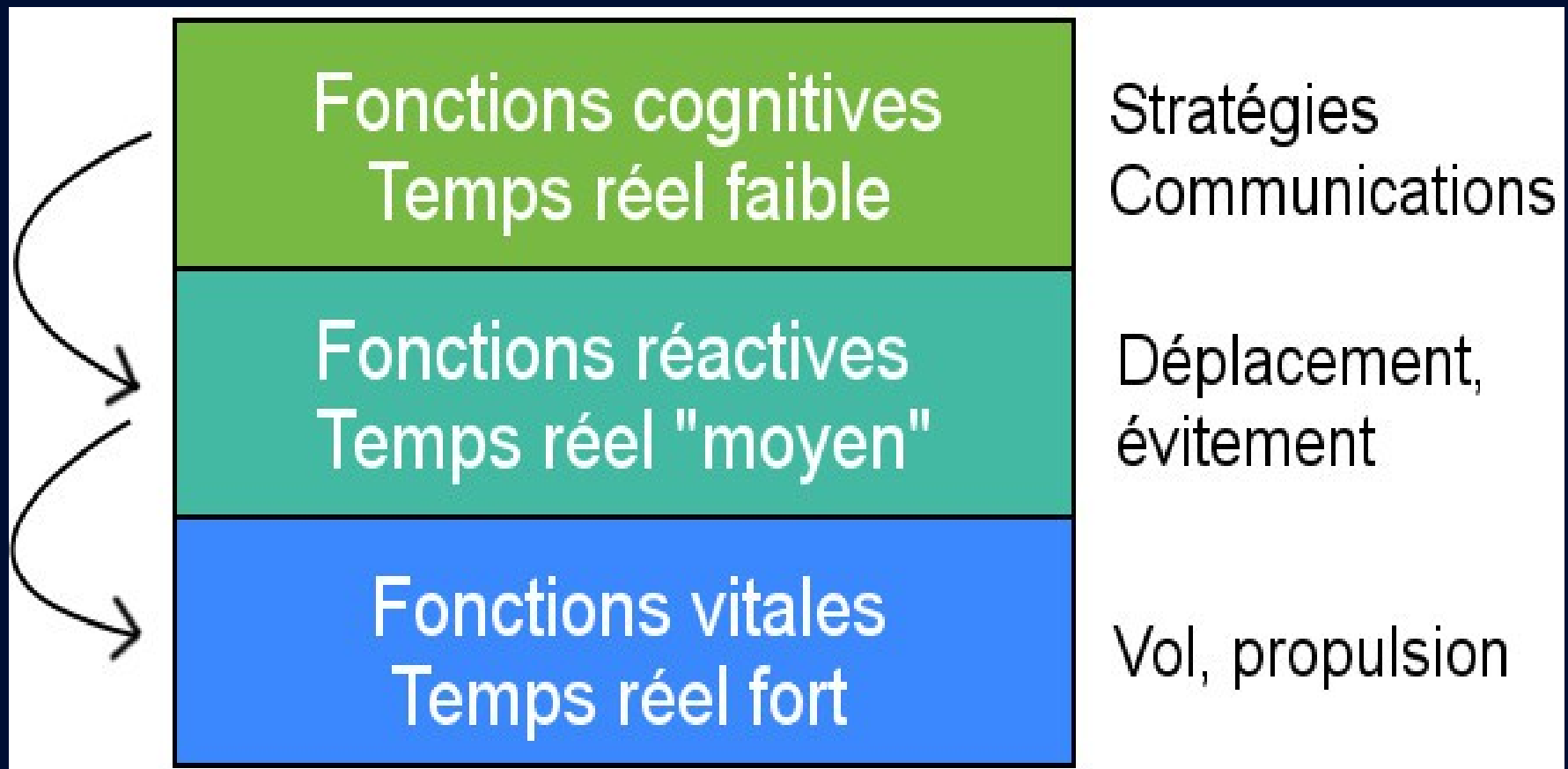


- 4 types d'agents:
  - Convoi
  - Drone
  - Ennemi (mobile ou immobile)
  - Citoyen (dangereux ou pacifique)

# Les agents - 2

- Drones cognitifs, BDI et FIPA
- Limites de ressources (fuel, munitions)  
Gestion par distance/temps à la base
- Convoi:
  - Quelques leaders, les autres suiveurs
  - Planification A\*
  - Scinde si danger ou voiture détruite
  - Utilisateur peut prendre contrôle (simule mieux comportement humain)

# Architecture Tri-couche

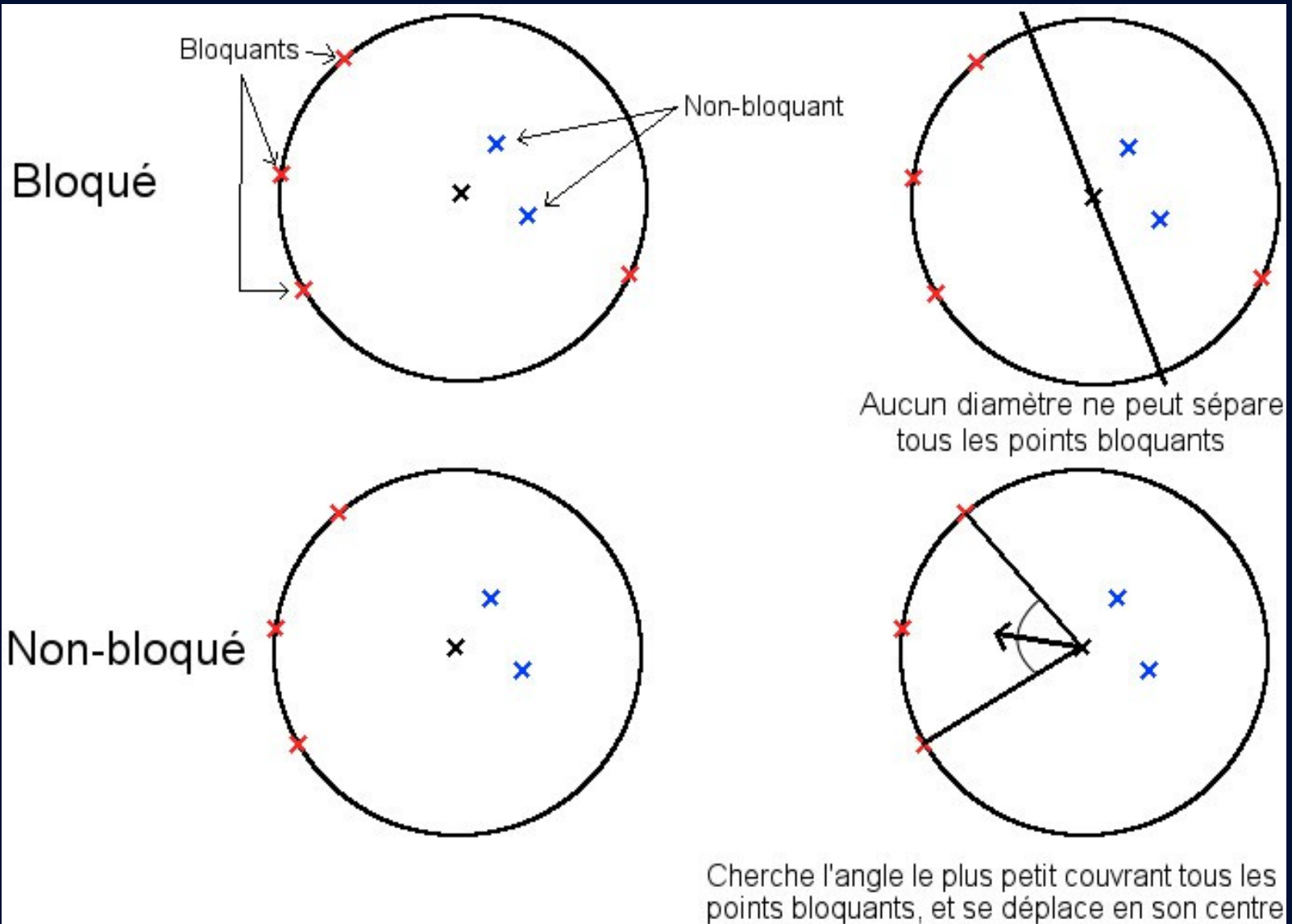


Idée pour implémentation en cas réel

Tout en conservant des garanties similaires à la simulation

# Algorithme CPS

(Gradinariu Potop-Butucaru, 2010)





# Algorithme CPS

(Gradinariu Potop-Butucaru, 2010)

---

**Algorithm 1.** Algorithm *CPS*

---

```
1: define:  
2:    $R_i$  : the set of all visible robots  
3:    $R'_i$  : the set of all visible robots on the boundary of visible range  
4:    $m$  : The flag indicating the multiplicity of the current location  
5:    $Rand()$  : random oracle  
  
6: if  $r_i$  is not blocked then  
7:    $d = \min\{\min\{1 - |r|, |r|\} \mid r \in (R_i - R'_i) \cup \{r_i\}\}$   
8:    $\mathbf{p} \leftarrow$  arbitrary vector with unit length  
9:   if  $R'_i \neq \emptyset$  then  
10:    Compute the shortest arc  $A$  containing all robots in  $R'_i$  and its chord  $C$   
11:    Compute the half line  $L$  bisecting the center angle of  $A$   
12:     $\mathbf{p} \leftarrow (C \cap L)$   
13:  endif  
14:   $\mathbf{p} \leftarrow d\mathbf{p}$   
15:  if  $R_i \neq \emptyset$  or  $m = \text{MULTIPLE}$  then  
16:    if  $Rand() = 1$  then  
17:       $\text{move}(\mathbf{p}/4)$   
18:    else  
19:       $\text{move}(\mathbf{p}/2)$   
20:    endif  
21:  endif  
22: endif
```

---

THE END