Programmation orientée agents #4

Coordination de mouvements

M1 S2 - Université de Montpellier II

FMIN108 - Master d'informatique

Jacques Ferber

Version 2.0 Nov 2019

Mouvements de foule

Types de mouvements de foule

- **Coordination de mouvements**
  - Flocking (escadrille)
  - Entourer
  - Suivre, éviter
  - Se mettre en ligne
- **Formation dépendant de la nature des agents**
  - Ex: agents d'exploration, chasseurs, croiseurs
  - Se mettre dans une formation quelconque
    - ☞ Carré, rond, triangle, en fonction des rôles, etc..

Qu’est ce qu’une escadrille, troupeau (flock)

definition: (flock) un groupe d’oiseaux, de poissons de mammifères, d’humains (d’agents) qui avancent ensemble en formation.

Boids!

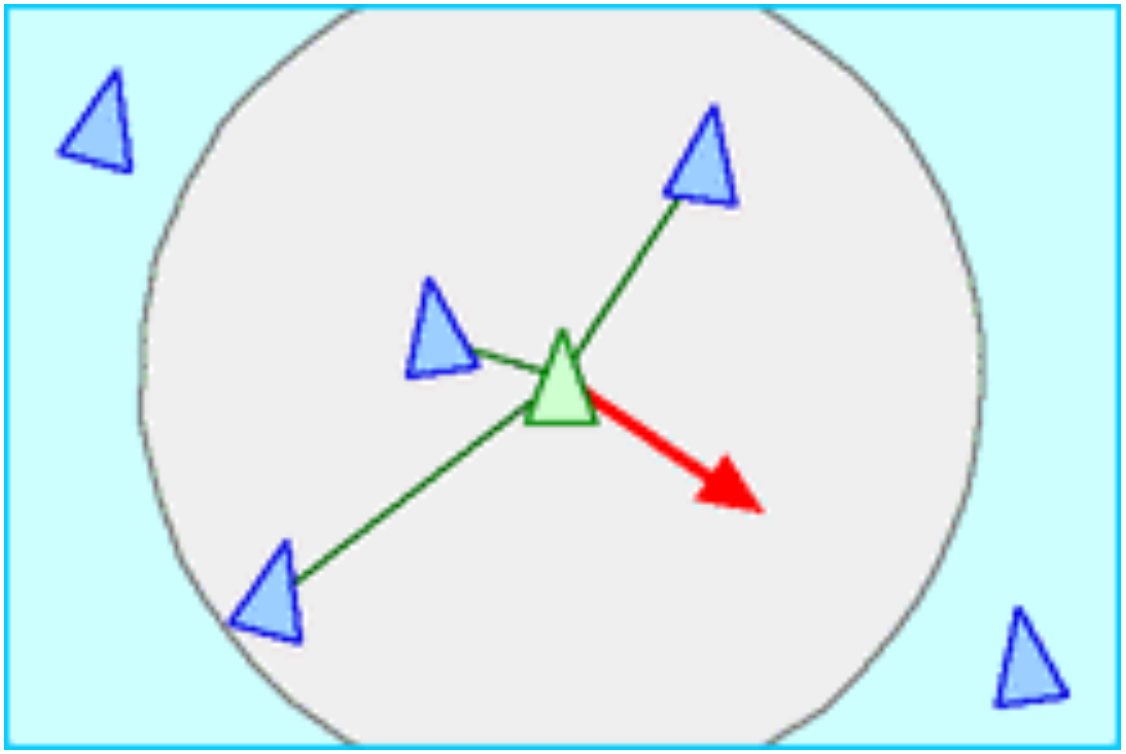
- **“boids” vient de “bird-oids” - Article fondateur de Craig Reynolds en 1986.**
- **Mécanisme semblable à des systèmes de particules, mais avec une orientation**
- **Mouvement dirigé par le comportement (Behavior-based motion)**
  - Algorithme distribué, pas de calcul centralisé.
- **Vitesse constante**
- **Contrainte uniquement en terme de rotation**
- **Tous les jeux videos utilisant des agents en formation utilisent cette approche, car elle est très simple !!**

Mouvement de troupeau (flocking)

- **Les Boids doivent se coordonner avec leur voisins**
- **Deux tendances principales**
  - Rester près des autres
  - Eviter les collisions avec les autres
  - Se mettre dans la même direction
- **Dans la nature, les mouvements ont évolués**
  - Prédation
  - Trouver de la nourriture
  - Rencontre amoureuse/sexuelle (mating)

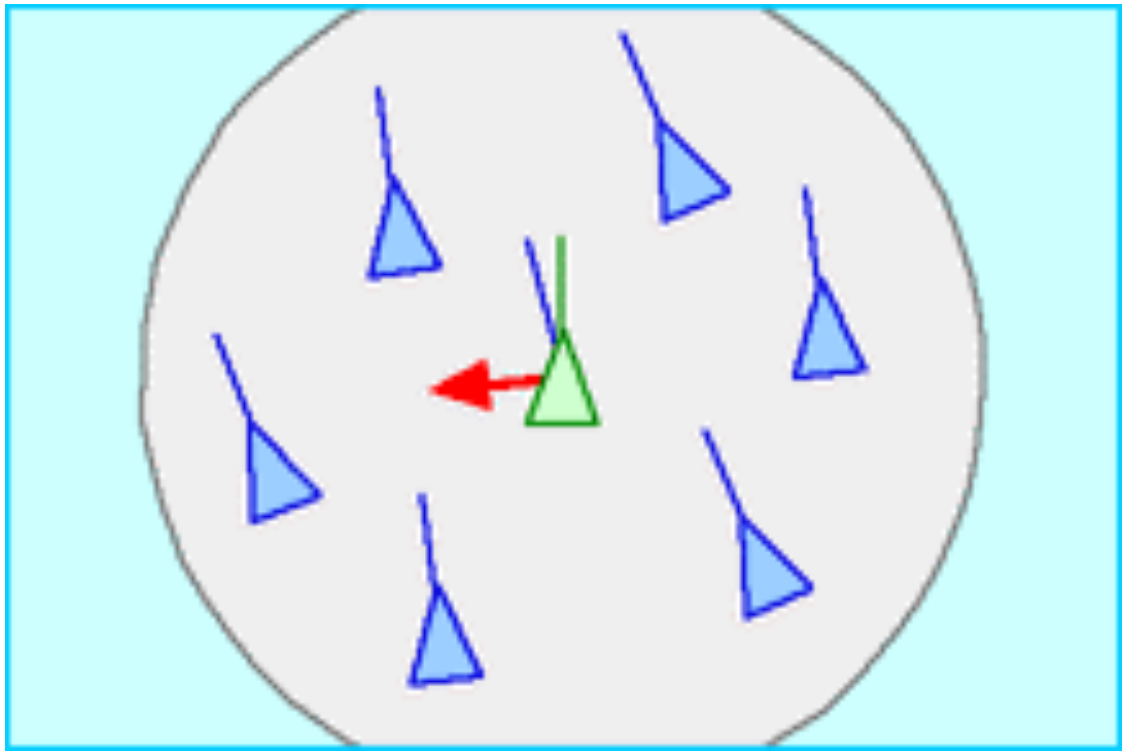
Flocking les 3 règles

- **1- Répulsion: pour éviter les collisions avec les voisins on part de l'autre côté**



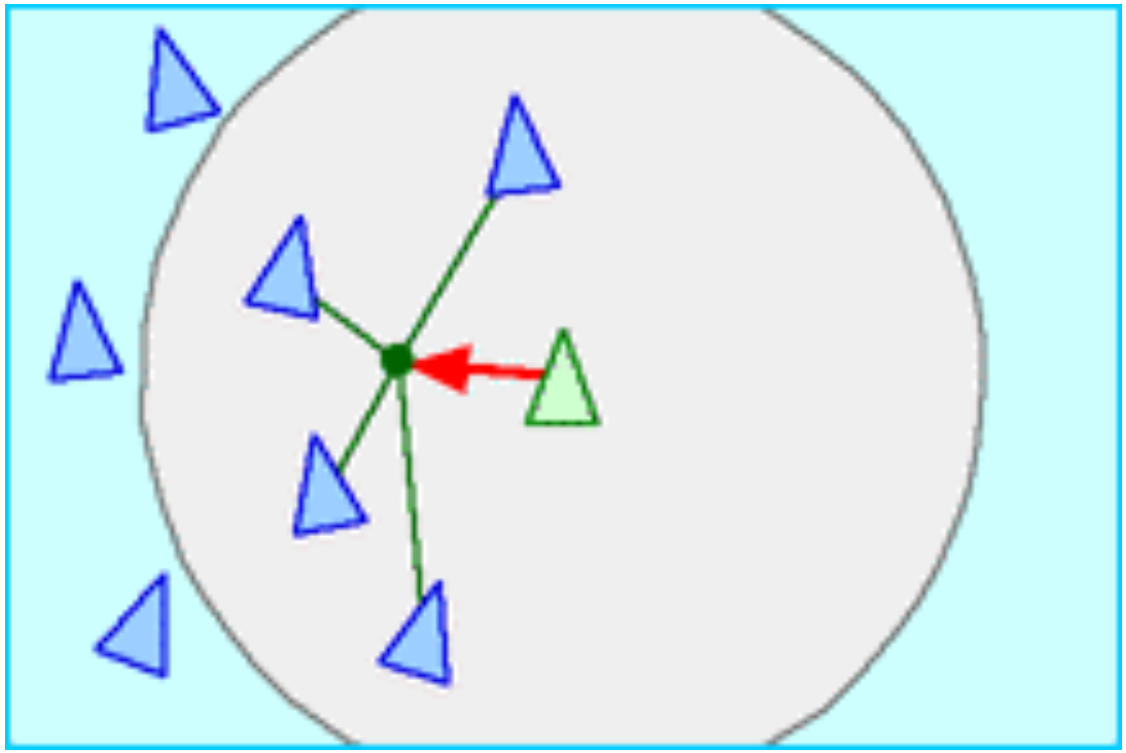
2 – Alignement : s'aligner avec les autres

- **Align: Essayer de s'adapter à la vitesse et direction des voisins**



3 - Centrage

- **Centrage (cohere): essayer d'être le plus près des voisins, d'être plus au centre du troupeau..**



Composer et arbitrer ces comportements

- **Technique simple (implémentée dans NetLogo):**

```
Soit E l'ensemble des voisins
Soit x le plus proche de self parmi E
Si dist(self,x) < dist-min
            s'éloigner de x
sinon
     s'aligner avec E
     centrer vers E

Centrer vers (E )
    dir = Somme(direction(x)) pour tout x de E
    tourner-vers(dir) // au plus de k degré
```

Approche vectorielle

- **Idée :**
  - Composer l'ensemble des motivations et décisions d'actions sous la forme de vecteurs
  - Utiliser de simples compositions vectorielles linéaires (la plupart du temps) ou non-linéaires pour déterminer le mouvement

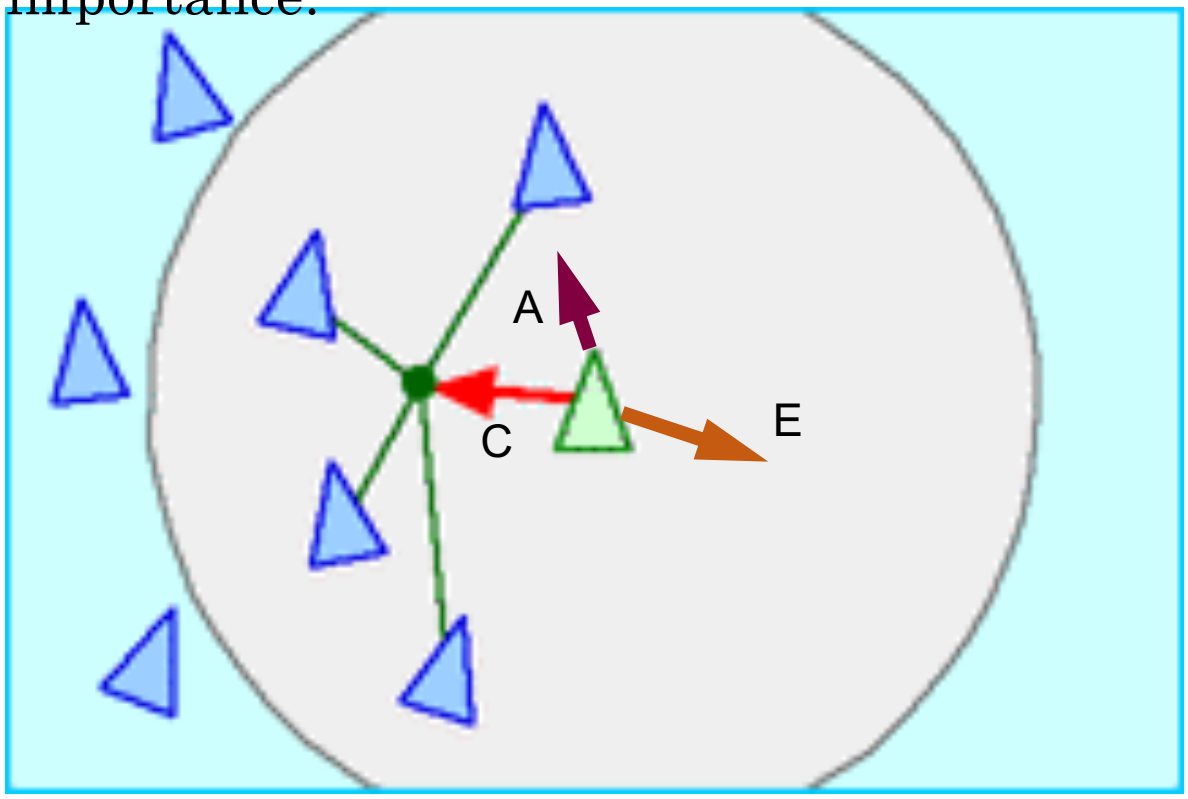
- **Comportement *B* est déterminé par la somme des comportements élémentaires *Bi***

$$\vec{B} = \alpha_1 \vec{B}_1 + ..+ a_n \vec{B}_n$$

$$\vec{B} = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i \vec{B}_i$$

Flocking vectoriel

- **Chaque comportement (évitement, alignement, centrage) définit un vecteur**
  - On somme ces vecteurs en fonction de leur importance:



A = alignement,
E = Répulsion,
C = centrage
D = direction résultante

$$\vec{D} = a\,\vec{A} + e\,\vec{E} + c\,\vec{C}$$

Fonctions vectorielles en NetLogo

```
to-report angleFromVect [vect]
  let a atan item 0  vect item 1 vect
  report a
end

to-report vectFromAngle [angle len]
  let l (list (len * sin angle) (len * cos angle))
  report l
end

to-report multiplyScalarvect [factor vect]
  report (list (item 0 vect * factor) (item 1 vect * factor))
end

to-report additionvect [v1 v2]
  report (list (item 0 v1 + item 0 v2) (item 1 v1 + item 1 v2) )
end
```

Exemple de fonction en version vectorielle

```
to-report vectCohere
   let x-component mean [sin (towards myself + 180)] of flockmates
   let y-component mean [cos (towards myself + 180)] of flockmates
   report (list x-component y-component)
end

to-report vectAlign
   let x-component sum [dx] of flockmates
   let y-component sum [dy] of flockmates
   report (list x-component y-component)
end
```

Formation en V: le vol des oies sauvages

Nathan, A. & Barbosa, V. C (2008)

- **Règle 1: si agent est trop loin des autres agents, il accélère pour se rapprocher du plus proche.**
- **Règle 2: si un agent est suffisamment près d'un autre, il va venir sur l'un de ses côtés, pour que sa vue ne soit pas obstruée**
- **Règle 3: Si un agent est trop proche d'un autre, il ralentit**
- **Règle 4: quand les trois autres conditions sont remplies, l'agent adapte sa vitesse et direction à ses voisins visibles**

NetLogo models library: Flocking Vee Formations

Flocking en V

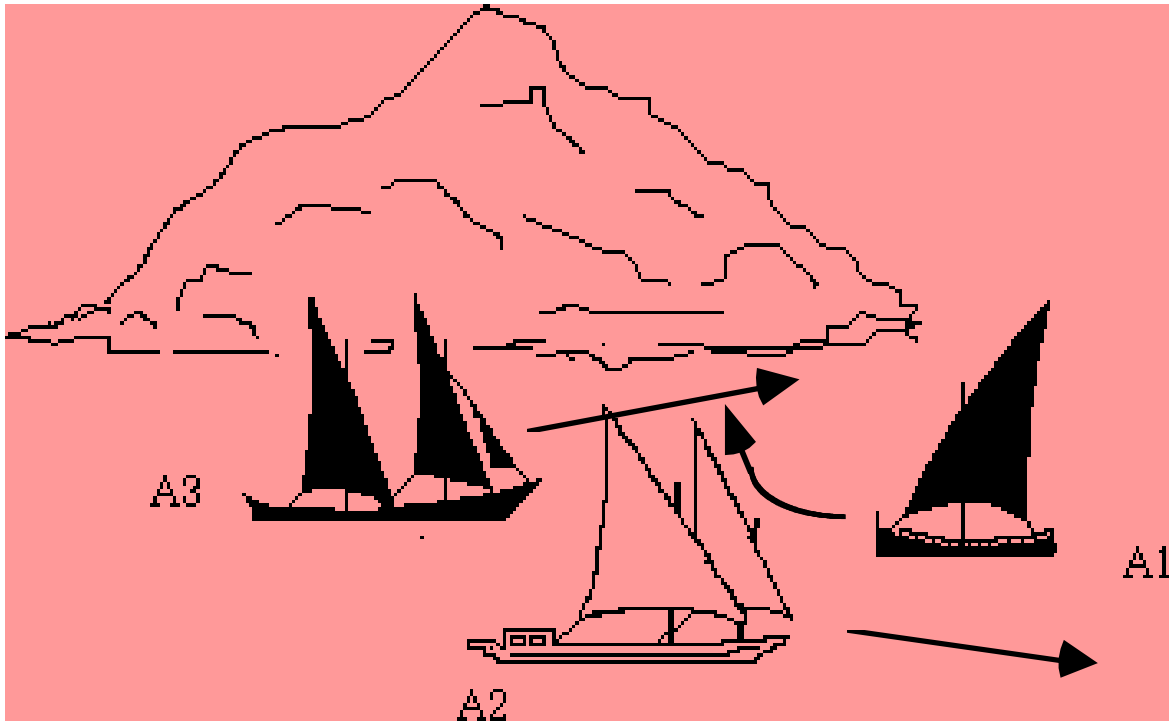
```
to adjust  ;; ajuster la direction et position par rapport aux autres
  set closest-neighbor min-one-of visible-neighbors [distance myself]
  let closest-distance distance closest-neighbor
  ;; if I am too far away from the nearest bird I can see, then try to get near them
  if closest-distance > updraft-distance [
    turn-towards (towards closest-neighbor)
    set speed base-speed * (1 + speed-change-factor)
    set happy? false
    stop
  ]

  ;; if my view is obstructed, move sideways randomly
  if any? visible-neighbors in-cone vision-distance obstruction-cone [
    turn-at-most (random-float (max-turn * 2) - max-turn)
    set speed base-speed * (1 + speed-change-factor)
    set happy? false
    stop
  ]

  ;; if i am too close to the nearest bird slow down
  if closest-distance < too-close [
    set happy? false
    set speed base-speed * (1 - speed-change-factor)
    stop
  ]

  ;; if all three conditions are filled, adjust
  ;; to the speed and heading of my neighbor and take it easy
  set speed [speed] of closest-neighbor
  turn-towards [heading] of closest-neighbor
  set happy? true
end
```

Evitement de collision



Evitement d'obstacles statiques

- **1ère solution = répulsion**
- **Deux approches**
  1. Priorité: d'abord flocking, ensuite répulsion, ou l'inverse
  2. Combinaison de vecteurs

     $\mathbf{D} = a\mathbf{R} + (1 - a)\,\mathbf{F}$

     Où **R** est le vecteur de répulsion et **F** celui du flocking.

     ☞ a est le coefficient de contrôle. Peut varier en fonction inverse de la distance à l'obstacle (quand l'obstacle est droit devant) a = k/dist(self, obstacle)

Retour sur l'évitement d'obstacles et le flocking

- **Algorithme général**

```
to flock  ;; turtle procedure
  find-flockmates
  if any? flockmates
    [ find-nearest-neighbor
      ifelse distance nearest-neighbor < minimum-separation
        [ separate ]
        [ align
          cohere ] ]
    avoid-obstacles  ;; ce qui change…
end
```

1ère solution: la fuite

- **Fuir: partir dans le sens opposé**

```
to avoid-obstacles
;; éviter ce qui est rouge
;; 1) on récupère les patches de couleur rouge qui
;;    se trouvent devant nous
  set obstacles patches
        in-cone vision angle-avoidance
        with [pcolor = red]
;; 2) et s'il y en a, on fuit
    if (any? obstacles)
        [rt 180]    ;; suppose qu'on peut faire demi-tour
end
```

Approche vectorielle

- **D = aR + (1 – a) F**
  - Où **R** est le vecteur de répulsion et **F** celui du flocking.
  - a est le coefficient de contrôle. Peut varier en fonction inverse de la distance à l'obstacle (quand l'obstacle est droit devant) a = k/dist(self, obstacle)

Ajout d'un objectif

- **En plus, maintenant on voudrait que les agents aillent vers un but**

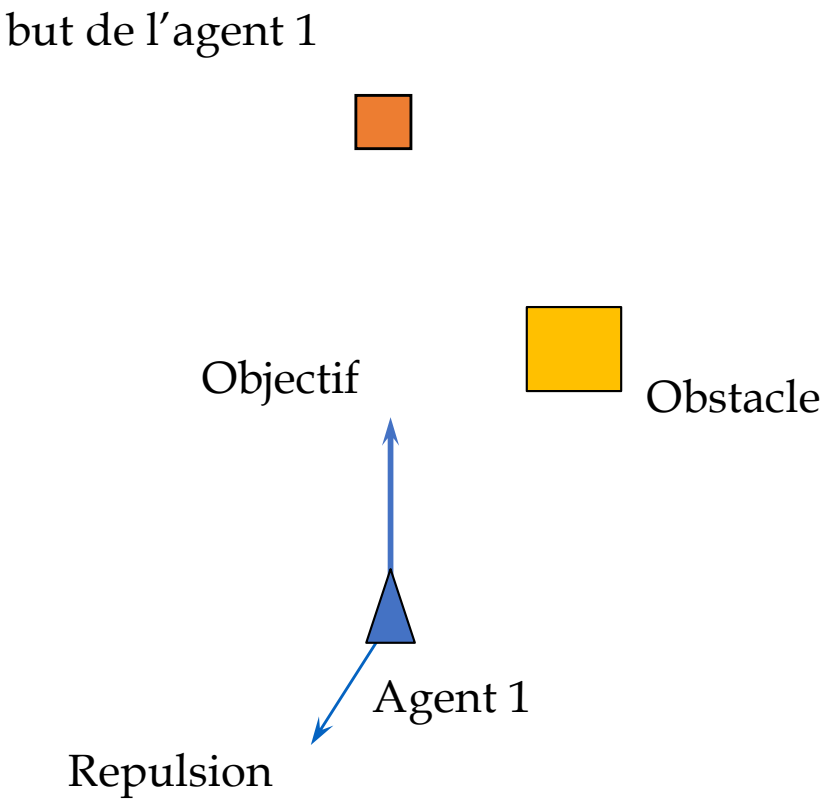
2ème solution évitement (intelligent)

- **Essaye de combiner plusieurs aspects**

```
to smart-avoidance
    turn-at-most 180 max-avoidance-turn
    flee
end
```

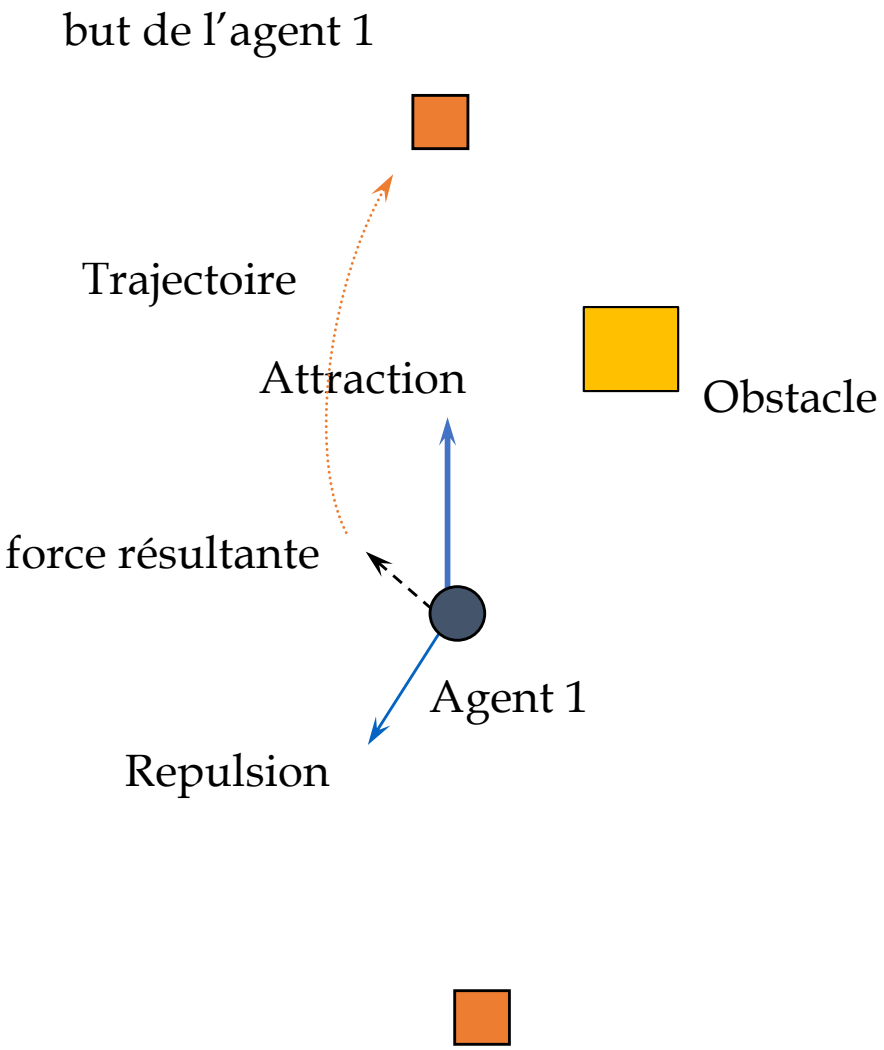
Répulsion

L'agent hésite entre répulsion et aller vers l'objectif



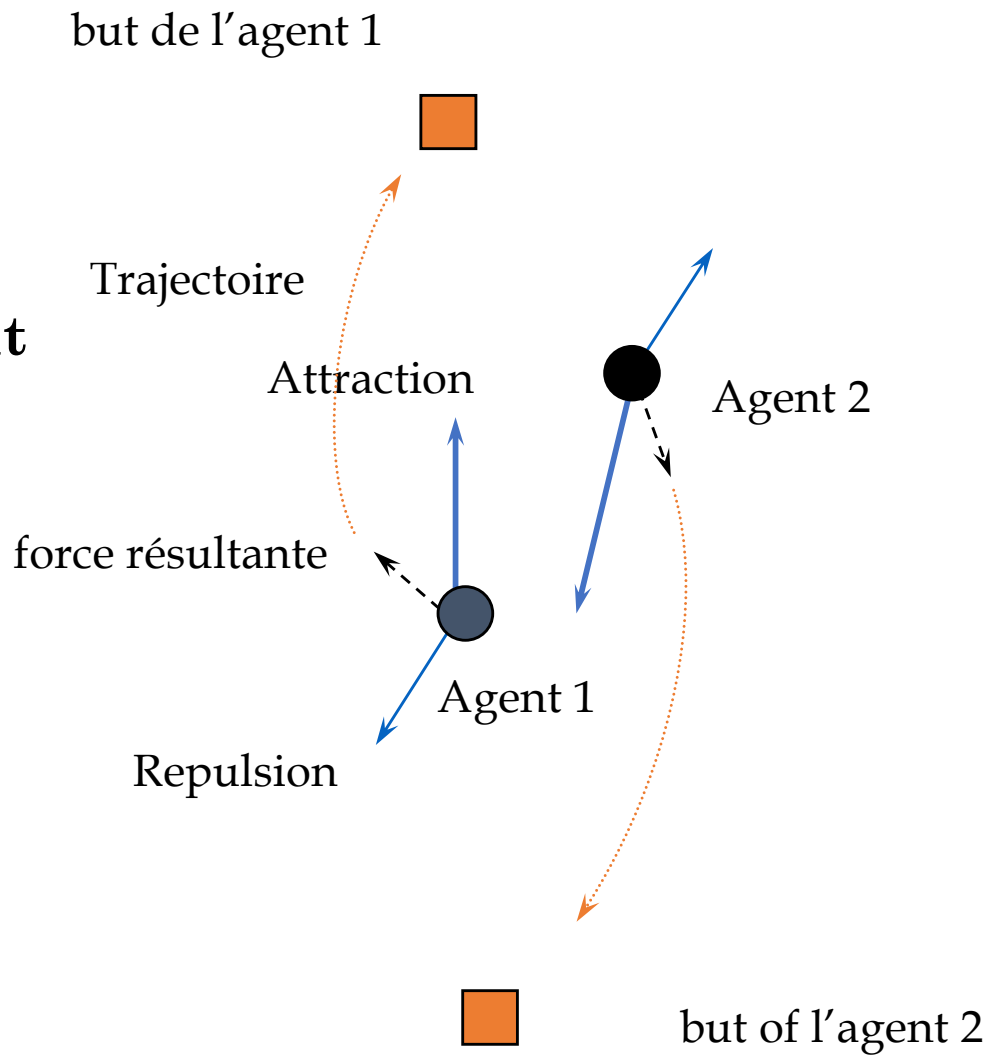
Combinaison vectorielle

L'agent combine deux vecteurs, chacun correspondant à un comportement

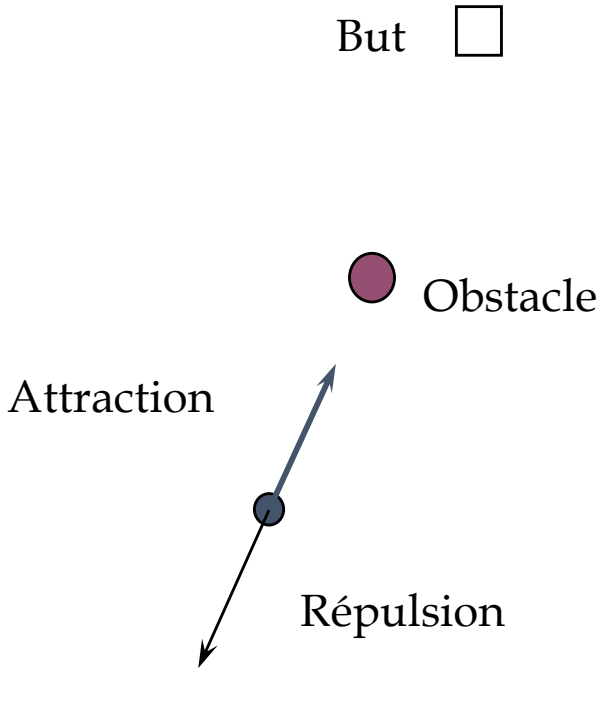


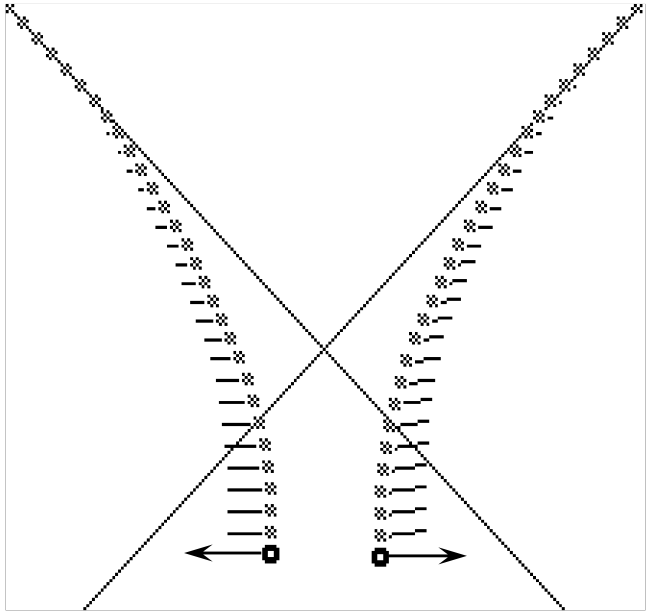
Approche par champ de force

Chaque agent est considéré comme étant un obstacle pour l'autre



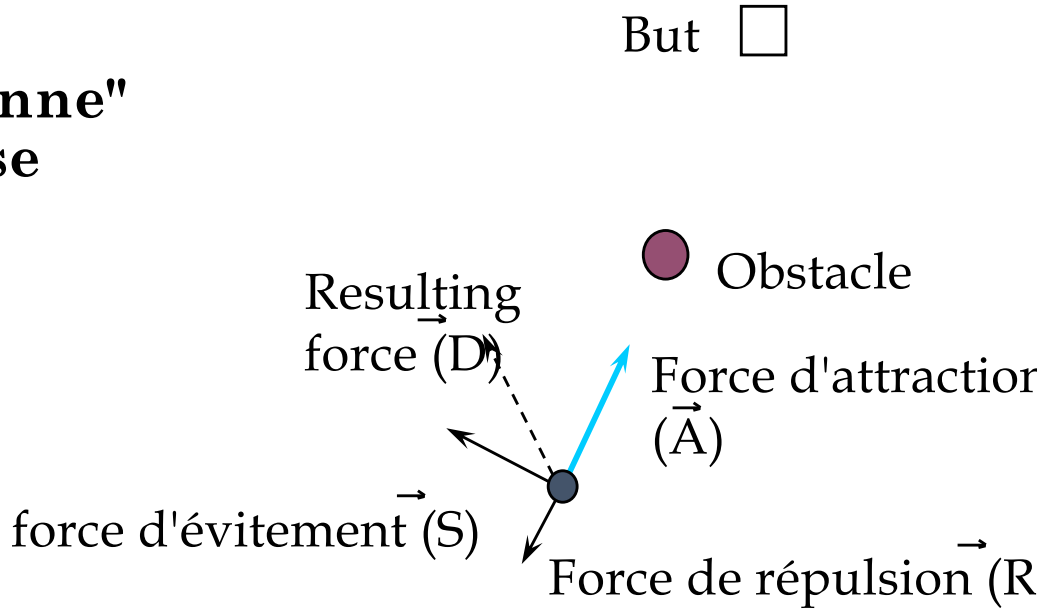
Mais la répulsion n'est pas l'évitement





Solution: utiliser des forces d'évitement

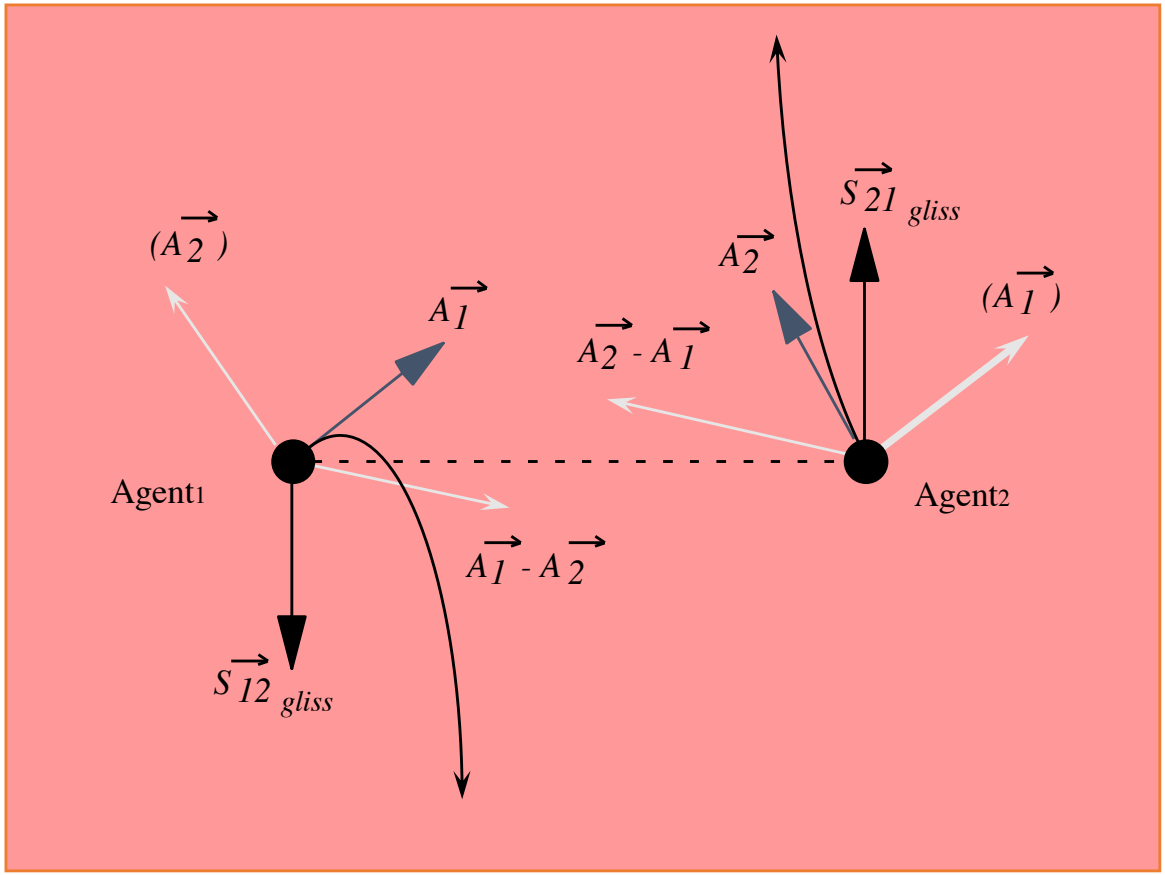
Eviter signifie rester à "bonne" distance des obstacles en se dirigeant vers le but



S(p) est tel que $dir(\vec{R}(p)).dir(\vec{S}(p)) = 0$

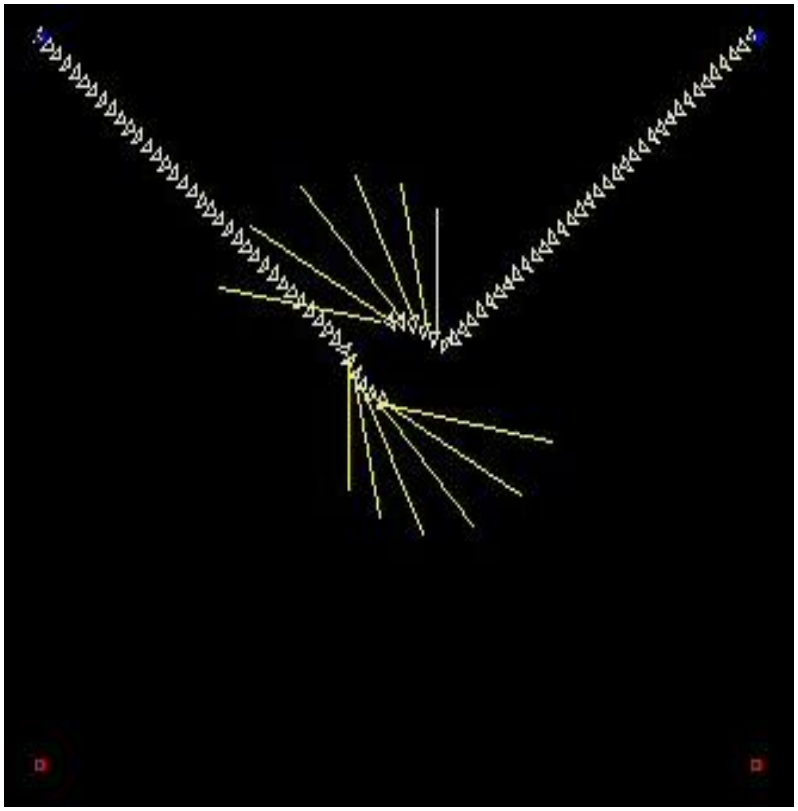
$$\vec{D}(p) = \alpha\vec{A}(p) + \beta\vec{R}(p) + \gamma\vec{S}(p)$$

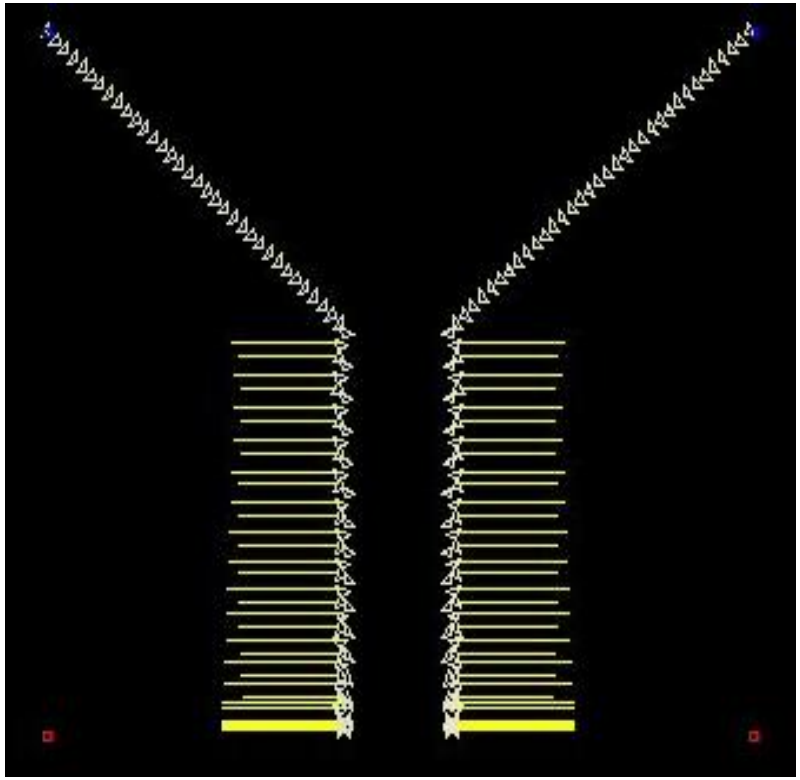
Forces d'évitement symétrique



K. Zeghal,J.Ferber 1992

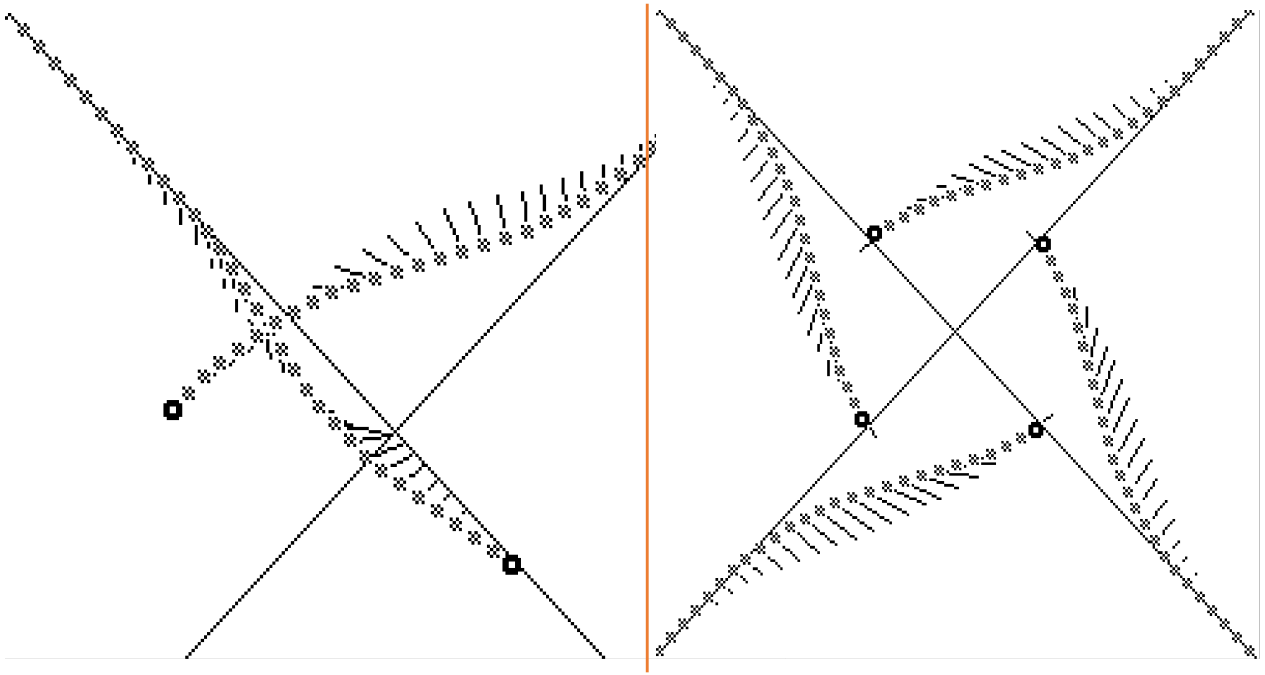
Examples





D'après un projet réalisé à l'UTBM sous la dir. d'O. Simonin

Emergence de structures dynamiques



(a) (b)