

# Choix du nouvel angle post-collision

À la fin de cette note se trouvent des plot montrant les quantités en jeu.

Dans le modèle que l'on considère, les fourmis peuvent soit :

- se déplacer en ligne droite à vitesse constante (1)
- rencontrer une autre fourmi (de l'autre groupe) et s'arrêter avec elle (2), à la suite de quoi, au redémarrage, un nouvel angle est tiré selon une loi que l'on détaille dans cette note (3).

## 1 Construction de la loi

Avant toute chose, je souligne que, pour la construction de cette loi, beaucoup de choix sont nécessaire ; certains ont une justification plus solide que d'autres, au global on essaye de garder du sens et de la simplicité, mais une myriade d'autres choix sont tout à fait possibles.

On souhaite, pour le tirage du nouvel angle, que deux effets soient pris en compte (il sera aisé de supprimer l'un ou l'autre au besoin).

### 1.1 Influence des fourmis dans le champ de vision

Le premier effet consiste en la prise en considération des autres fourmis qui sont dans le champ de vision. On récupère pour celles-ci l'angle du vecteur les reliant à la fourmi de référence (on pourra plus tard prendre en compte la distance au besoin, mais pas dans ce premier temps).

Par suite, elles sont scindées en deux groupes *same* et *other* : cela peut être fait via une propriété intrinsèque (allant à la source ou allant au nid), ou bien en comparant les directions (*same* si le cosinus de l'angle est positif, *other* sinon).

On supposera que la fourmi aura tendance à vouloir suivre une autre fourmi qui irait dans le même sens, et à choisir une direction qui ne la ferait pas rentrer dans une fourmi allant dans l'autre sens.

On construit alors la **densité d'interaction**  $f_{\text{int}}$  sur  $[0, 2\pi)$  comme suit:

1 - On initialise  $f_{\text{int}} = f_0 > 0$ , où la valeur  $f_0 > 0$  est un paramètre (choisi à 0.2 dans le test effectué plus bas). Cela nous permet de **partir d'une distribution uniforme**.

2 - Pour tout agent  $i$  du groupe *same*, on fait

$$f_{\text{int}} \leftarrow f_{\text{int}} + f_{\mathcal{N}(\theta_i, \sigma_{\text{int}})}|_{[0, 2\pi)},$$

où l'on a noté  $f_{\mathcal{N}(\theta_i, \sigma_{\text{int}})}|_{[0, 2\pi)}$  la densité, restreinte à  $[0, 2\pi)$ , de la loi  $\mathcal{N}(\theta_i, \sigma_{\text{int}})$ , où  $\sigma_{\text{int}}$  est un paramètre à choisir (pris à 0.2 dans le test effectué). **En réalité, on prend pour simplifier la version non-normalisée de la densité  $f_{\mathcal{N}(\theta_i, \sigma_{\text{int}})}|_{[0, 2\pi)}$  (seulement l'exponentielle), ce qui est équivalent, à un rescaling de  $f_0$  et  $\lambda_{\text{int}}$  près.** Cela nous permet de favoriser le départ vers des fourmis du même groupe.

3 - Pour tout agent  $j$  du groupe *other*, on fait

$$f_{\text{int}} \leftarrow f_{\text{int}} \times \chi_{j, \lambda_{\text{int}}},$$

où la fonction  $\chi_{j,\lambda_{\text{int}}}$  est définie par :

$$\chi_{j,\lambda_{\text{int}}}(x) = \frac{x^2}{\lambda_{\text{int}} + x^2}.$$

Cela nous permet d'annuler localement la densité autour des fourmis de l'autre groupe, de manière smooth. Le paramètre  $\lambda_{\text{int}} > 0$  joue sur la localisation (choisi à 0.1 dans le test effectué plus bas).

4 - Pour finir, pour récupérer une densité de probabilité, on fera simplement

$$f_{\text{int}} \leftarrow \frac{f_{\text{int}}}{\int f_{\text{int}}}.$$

## 1.2 Direction désirée

La deuxième étape, beaucoup plus simple, est de construire une densité qui favorise une direction. Selon le choix de modélisation, on pourra supprimer ou garder cette étape. On suppose la donnée d'un angle cible  $\theta_{\text{target}}$ . On va alors simplement considérer la densité  $f_{\text{target}} := f_{\mathcal{N}}(\theta_{\text{target}}, \sigma_{\text{target}}) \llbracket 0, 2\pi$ , avec les mêmes notations que plus haut, et où  $\sigma_{\text{target}}$  est un paramètre, choisi à  $\frac{\pi}{2}$  dans l'exemple plus bas.

## 1.3 Loi mixte

Enfin, on peut construire la loi mixte, prenant en compte les deux effets, de manière géométrique, car cela permet de conserver l'inaccessibilité de certaines zones (si la zone est inaccessible pour l'une des deux considérations, elle l'est pour les deux). On considère en forme de moyenne géométrique, autrement dit de *ET logique* (là où l'arithmétique serait un *OU logique*). Néanmoins, il n'y a pas de raison de s'embêter avec une racine (la racine de  $f_{\text{target}}$  revient à changer  $\sigma_{\text{target}}$ , et la racine de  $\chi_{j,\lambda_{\text{int}}}$  mène à des coins), on prend donc simplement

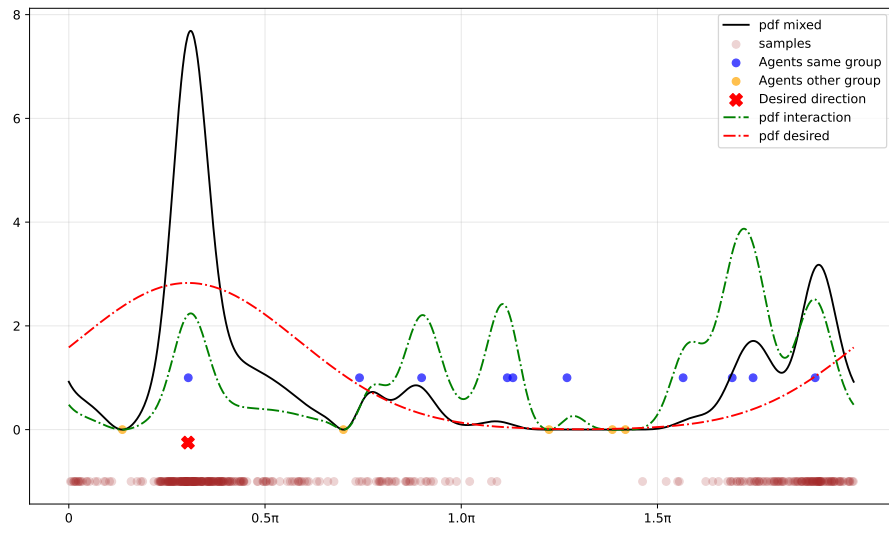
$$f_{\text{mixed}} := \frac{f_{\text{int}} f_{\text{target}}}{\int f_{\text{int}} f_{\text{target}}}.$$

Notons que l'on pourrait se donner un peu plus de liberté en gérant le poids de chaque contribution, via  $f_{\text{mixed}} = f_{\text{int}}^\alpha \times f_{\text{target}}^\beta$ .

## 2 Quelques plots

On fourni sur les quelques figures qui suivent les résultats obtenus pour divers exemples. Les points en bleu représentent les orientations relatives des fourmis du même groupe que celle de référence, en orange du groupe opposé. La croix rouge montre l'orientation désirée. Les courbes en style '-' désignent  $f_{\text{int}}$  et  $f_{\text{target}}$ . La courbe noire correspond à  $f_{\text{mixed}}$ . Enfin, les points en marron sont des directions tirées aléatoirement selon  $f_{\text{mixed}}$ .

A noter que les samples, agents bleus et oranges et direction désirée sont placés à des positions verticales distinctes par unique souci de clarté.



**Figure 1.** Un exemple.