Algorithme des colonies de fourmis

L’algorithme des colonies de fourmis est une métaheuristique visant à résoudre des problèmes d’optimisation tels que le problème du voyageur de commerce, en s’inspirant du comportement social des fourmis.

1. **Les fourmis dans leur état naturel**

L’idée originale provient de l’observation du comportement des fourmis lors de leurs recherches de ressources alimentaires. En effet, celles-ci, bien qu’ayant individuellement des capacités cognitives limitées, sont capables collectivement de trouver le chemin le plus court entre une source de nourriture et leur nid.

Après de nombreuses expériences pour appréhender le comportement des fourmis, les scientifiques ont pu établir un modèle résumant tout ce processus de recherche de nourriture :

* Premièrement, des fourmis « éclaireuses » parcourent plus ou moins aléatoirement les alentours de la colonie.
* Lorsqu’une d’entre elle trouve une source de nourriture, elle rentre au nid en empruntant un chemin peu optimisé et relativement long.
* En se déplaçant, elle laisse sur sa route une substance odorante et attractive appelée **phéromones**.
* Les fourmis passant à proximité de cette route, vont suivre cette piste de manière plus ou moins directe en renforçant le chemin de phéromones.
* Plusieurs pistes de phéromones vont donc apparaître pour relier le nid à la source alimentaire. Les fourmis empruntant la plus courte, vont faire plus d’aller-retour que les autres sur un même laps de temps, et vont donc renforcer cette piste de manière significative.
* La piste la plus courte devenant la plus attractive, la globalité des fourmis va avoir tendance à la parcourir, jusqu’à faire disparaître les routes plus longues.
* Une image contenant graphiques vectoriels

  Description générée automatiquementÀ terme, l’ensemble des fourmis aura donc déterminé la piste la plus courte.

1. **Retranscription dans l’informatique**

Comme nous venons de le voir, les fourmis résolvent des problèmes complexes par des mécanismes assez simples a modéliser. Il est facile de simuler leur comportement par des algorithmes. Nous allons donc devoir créer des fourmis virtuelles qui reproduiront la méthodologie des fourmis biologiques pour trouver un chemin court. Les fourmis virtuelles ont une double nature. D’une part, elles modélisent les comportements abstraits de fourmis réelles, et d’autre part, elles peuvent être enrichies par des capacités que ne possèdent pas les fourmis réelles, afin de les rendre plus efficaces que ces dernières. Nous allons maintenant synthétiser ces ressemblances et différences.

1. **Points communs entre les fourmis virtuelles et les fourmis biologiques**

**Leur but** : Les fourmis réelles et virtuelles partagent un but commun : recherche du plus court chemin reliant un point de départ à une destination.

**Colonie d’individus coopérants** : Comme pour les fourmis réelles, une colonie virtuelle est un ensemble d’entités non-synchronisés, qui se rassemblent ensemble pour trouver une "bonne" solution au problème considéré. Chaque groupe d’individus doit pouvoir trouver une solution même si elle est mauvaise.

**Pistes de phéromones** : Ces entités communiquent par le mécanisme des pistes de phéromones. Cette forme de communication joue un grand rôle dans le comportement des fourmis : son rôle principal est de changer la manière dont l’environnement est perçu par les fourmis, en fonction de l’historique des fourmis passées avant elles.

**Évaporation des phéromones** : Ce mécanisme permet d’oublier lentement ce qui s’est passé avant. C’est ainsi qu’elle peut diriger sa recherche vers de nouvelles directions, sans être trop contrainte par ses anciennes décisions.

**Choix aléatoire lors des transitions** : Lorsqu’elles sont sur un site, les fourmis réelles et virtuelles doivent décider sur quel site adjacent se déplacer. Cette prise de décision se fait au hasard et dépend des pistes de phéromones, mais aussi du contexte de départ et des contraintes.

1. **Différences**

Les fourmis virtuelles possèdent caractéristiques différentes des fourmis réelles :

**Monde non continu** : Les déplacements des fourmis virtuelles consistent en des transitions d’état.

**Mémoire de la fourmi**: Les fourmis réelles ont une mémoire très limitée. Tandis que nos fourmis virtuelles mémorisent l’historique de leurs actions, elles peuvent aussi retenir des données supplémentaires comme les villes qu’elles ont déjà visitées.

**Nature des phéromones** : Les fourmis réelles déposent une information physique sur la piste qu’elles parcourent, là où les fourmis virtuelles modifient des informations dans les variables d’états associées au problème. Ainsi, l’évaporation des phéromones est une simple décré- mentation de la valeur des variables d’états à chaque itération.

**Qualité de la solution** : Les fourmis virtuelles déposent une quantité de phéromone proportionnelle à la qualité de la solution qu’elles ont découvert.

**Capacités supplémentaires** : Les fourmis virtuelles peuvent être pourvues de capacités artificielles afin d’améliorer les performances du système. Ces possibilités sont liées au problème et peuvent être :

- l’anticipation : la fourmi étudie les états suivants pour faire son choix et non seulement l’état local.

- le retour en arrière : une fourmi peut revenir à un état déjà parcouru car la decision qu’elle avait prise à cet état a été mauvaise.