

# Sujet 5 : Les fourmis et les chemins optimaux

## Problématique

Comment les fourmis parviennent-elles à trouver le **chemin le plus court** entre leur fourmilière et une source de nourriture, sans carte, sans boussole, et sans chef ? En observant leur comportement collectif, on constate qu'elles déposent sur le sol une substance chimique, appelée **phéromone**, qui influence les autres fourmis : plus un chemin est fréquenté, plus il devient attractif.

Ce phénomène peut être modélisé mathématiquement à l'aide de graphes et de probabilités. Il est à la base de nombreux **algorithmes d'optimisation** inspirés de la nature, appelés *Ant Colony Optimization* (ACO), utilisés en informatique, logistique ou robotique.

**Question centrale :** Comment les interactions locales entre les fourmis permettent-elles au groupe de découvrir le chemin le plus court ?

## Questions de recherche

### 1. Observation du phénomène naturel.

Que se passe-t-il lorsque deux chemins mènent à la nourriture ? Comment les fourmis finissent-elles par privilégier un seul itinéraire ?

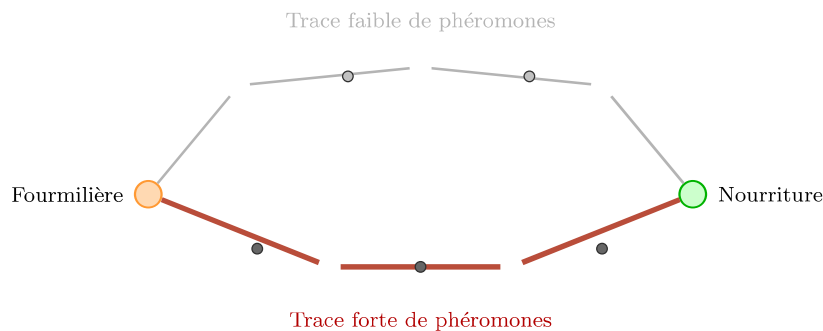


Figure 5: Les fourmis choisissent entre deux chemins : le plus court est renforcé par davantage de phéromones, et devient progressivement le chemin préféré.

### 2. Rôle des phéromones.

Comment la quantité de phéromones déposée sur un chemin influence-t-elle le choix des autres ? Que se passe-t-il si on efface cette trace ?

### 3. Modélisation mathématique.

Peut-on représenter les chemins possibles sous forme de graphe ? Comment simuler les déplacements et les renforts de phéromones sur les arêtes ?

### 4. Recherche du chemin optimal.

Le groupe trouve-t-il toujours le plus court chemin ? Dans quelles conditions (vitesse d'évaporation, intensité des traces, nombre de fourmis) cela fonctionne-t-il ?

### 5. Simulation expérimentale.

Peut-on imiter ce comportement à petite échelle :

- en utilisant du sucre et de vraies fourmis ;
- ou en programmant une simulation sur une grille Python ?

## Notions mathématiques mobilisées

- Théorie des graphes : sommets, arêtes, chemins, longueur minimale ;
- Probabilités et comportements collectifs ;
- Optimisation et phénomènes dynamiques ;
- Programmation et modélisation algorithmique.

## Références et pistes

- [Optimisation par colonie de fourmis — Wikipédia](#) ;
- Vidéo : *How Ants Find the Shortest Path* (ScienceClic, YouTube) ;
- D. Bonabeau, M. Dorigo, G. Théraulaz, *Swarm Intelligence: From Natural to Artificial Systems*, Oxford University Press, 1999 [Lien](#);
- Activité expérimentale : *Les fourmis et le sucre*