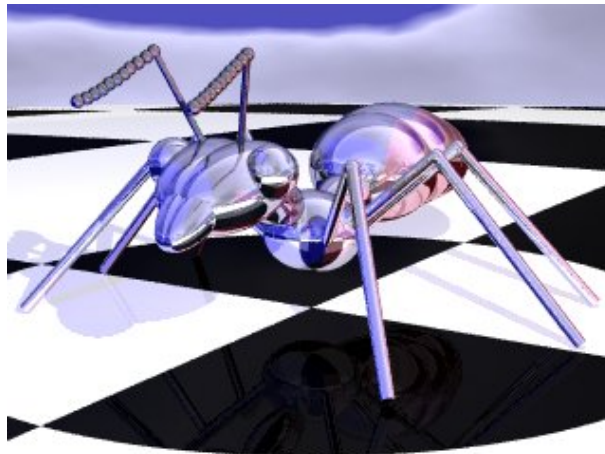


La fourmi de Langton

Michel CASABIANCA
casa@sweetohm.net

On nomme fourmi de Langton un automate cellulaire (voir machine de Turing) bidimensionnel comportant un jeu de règles très simples. On lui a donné le nom de Chris Langton, son inventeur. Elle constitue l'un des systèmes les plus simples permettant de mettre en évidence un exemple de comportement émergent.



Applet Java

Si vous voyez ce texte, c'est que votre navigateur n'est pas compatible Java ou n'a pas été correctement configuré.

Réglages de l'applet

Panneau REGLES

Permet de spécifier les règles de déplacement de la fourmi :

- **Nb. d'états** : règle le nombre d'états de chaque case du plateau.
- **Règles** : permet d'entrer la chaîne codant les règles de déplacement de la fourmi. Il ne faut y entrer que des G ou des D.
- **Vider** : vide la chaîne des règles.
- **Aléatoire** : remplit aléatoirement la chaîne de G ou de D. C'est intéressant pour expérimenter.

Panneau TERRAIN

Donne les caractéristiques du terrain où se déplace la fourmi :

- **Largeur et Hauteur** : indiquent le nombre de cases que comporte le plateau.

- **Coté cellule** : précise le coté d'une cellule en pixels. ATTENTION : il faut prendre garde à ne pas créer de plateau trop grand pour la résolution affichable par votre moniteur, sinon la fenêtre déborde hors de l'écran (on peut alors avoir des problèmes pour la fermer !).
- **Dir. de départ** : c'est la direction prise par la fourmi au début du déplacement. Remarque : la fourmi part toujours du centre du plateau.

Panneau HORLOGE

Donne les caractéristiques de l'horloge rythmant les déplacements de la fourmi :

- **Pas à pas** : si cette option est cochée, il faut cliquer sur [>] à chaque tour pour faire avancer la fourmi. Permet d'étudier en détail ses déplacements.
- **Intervalle** : spécifie le temps (en millisecondes) d'attente de la fourmi entre chaque déplacement. Si on règle ce temps à 0, la machine ne fait pas de pose entre chaque pas, on a alors la vitesse maximale pour la fourmi.

Pour lancer la simulation

Il faut cliquer sur le bouton [**Lancer**]. Il apparait alors la fenêtre du terrain. Cette fenêtre comporte les composants suivants :

- [>] : permet de lancer les déplacements de la fourmi.
- [||] : arrête la fourmi. On peut la relancer en cliquant sur [>].
- **Le compteur** : indique le nombre de déplacements effectués par la fourmi. C'est en quelque sorte le temps dans l'univers de la fourmi de Langton.
- [**Quitter**] : permet de refermer la fenêtre. C'est indispensable si on veut changer les paramètres.

Astuce

Il n'est pas nécessaire de rester connecté pour utiliser cet applet : il est possible de l'utiliser quelque temps, pour que le navigateur charge tous les objets de l'applet, puis de se déconnecter. L'applet continue à tourner. Si un objet doit être chargé par le navigateur, celui-ci essaiera de se reconnecter.

Bonnes expérimentations à tous et toutes.

La fourmi de Langton

L'applet présentée dans cette page permet de visualiser le parcours de la fourmi de Langton généralisée. La fourmi de Langton est une sorte d'automate cellulaire (comme le jeu de la vie) d'une grande simplicité: une fourmi se déplace sur un plateau quadrillé initialement rempli de cases blanches. La fourmi se déplace chaque tour d'une case. Si elle tombe sur une case blanche, elle la peint en noir et tourne à droite. Si la case est noire, elle la peint en blanc et tourne à gauche. Elle répète ainsi ses déplacements jusqu'à ce qu'elle sorte du plateau.

Règles de déplacement et états

On peut donc dire que les cases du plateau peuvent prendre 2 états : blanc (0) ou noir (1). La règle de déplacement peut alors être codée dans une chaîne de deux caractères : DG. Cette chaîne veut dire que si la case où arrive la fourmi est dans l'état 0, la fourmi tourne à droite (D) et peint la case dans l'état suivant, soit 1 (noir). Le caractère suivant (G) veut dire que si la fourmi arrive sur une case noire (état 1), elle tourne à gauche (G) et peint la case en blanc (0), état suivant si on considère que la chaîne des règles "se mord la queue".

Fourmi de Langton généralisée

On peut généraliser la fourmi de Langton : les cases du plateau peuvent prendre N états. La règle de déplacement de la fourmi peut alors se coder sur une chaîne de N caractères. Si la fourmi arrive sur une case à l'état k, alors la case passe à l'état k+1 et la fourmi change de direction de déplacement en tournant à droite (si la chaîne contient D en position k) ou à gauche (si la chaîne contient G en position k).

La fourmi de Langton n'est plus alors qu'un cas particulier de la fourmi de Langton généralisée (pour laquelle le nombre d'états est de 2, et la chaîne des règles est DG). Les réglages par défaut de l'applet traitent ce cas particulier de la fourmi de Langton.

Conclusion

La fourmi de Langton est intéressante pour plusieurs raisons :

Elle montre que des règles simples (celles des déplacements de la fourmi sont on ne peut plus simples !) peuvent conduire à un comportement chaotique : lors des 10 000 premiers pas, les déplacements de la fourmi semblent totalement désordonnés. Cette simple constatation permet de comprendre que des lois physiques simples qui s'appliquent à des objets simples (comme les atomes) conduisent à des comportements imprévisibles, même si ces lois sont parfaitement connues. Certaines fourmis généralisées semblent ainsi avoir un comportement indéfiniment chaotique; c'est le cas de la DGG qui ne forme aucun motif régulier jusqu'au 150 000 000^{ème} coup au moins (le contraire reste à prouver).

Cependant, si on laisse évoluer le système suffisamment longtemps (environ 11 000 coups), on constate que le comportement de la fourmi DG change totalement pour devenir parfaitement ordonné : elle part "en ligne droite" avec un cycle de 104 coups. Du comportement chaotique de la fourmi émerge une organisation ! Mais n'en est-il pas de même pour les fourmis (les vraies, celles qui cavent dans votre jardin, celles que vous écrasiez quand vous étiez petit) ? Prises individuellement, elles ont un comportement simple (il ne pourrait en être autrement vu la taille de leur cerveau), mais quand on les observe, elles cavent en tous sens et on a du mal à comprendre la finalité de leurs déplacements, pourtant, la fourmilière est entretenue, les oeufs sont choyés et les fourmis prospèrent...

Bref, je pourrais en parler des heures, mais le mieux est de tester par soi-même. Quel plaisir de voir cette petite fourmi cavaler frénétiquement dans tous les sens, en se demandant si elle va errer indéfiniment...

Pour en savoir plus

- Pour la science N°203 septembre 1994, page 94.