

# Heuristiques et Intelligence Collective

## Série 1 - Automates cellulaires

### NetLogo

Pour illustrer les automates cellulaires, nous allons utiliser le logiciel NetLogo. Il est installé par défaut sur les ordinateurs de cette salle. Vous pouvez cependant l'utiliser sur votre ordinateur personnel en le téléchargeant à l'adresse:

<http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>

Vous trouverez sur ce site des démonstrations, un manuel d'utilisation, etc. Cependant toutes les informations nécessaires se trouveront sur les donnés.

### Automate cellulaire 1D

Dans le menu **File** et le sous-menu **Models Library** (raccourci **pomme-m**), vous trouverez le dossier **Computer Science** puis **Cellular Automata** et enfin ouvrir le modèle **CA 1D Elementary**.

#### Qu'est-ce que c'est ?

Ce programme modélise des automates cellulaires à une dimension. Un automate cellulaire (AC) est une machine computationnelle qui effectue certaines actions basées sur des règles. Cela peut être vu comme un tableau divisé en cellules (ex: échiquier). Dans un cas simple, chaque cellule peut être soit *allumée* ou *éteinte* (*active* ou *inactive*). C'est ce qu'on appelle l'état de la cellule. Le tableau est initialisé avec des cellules *allumées* et *éteintes*. Une horloge est ensuite démarrée et à chaque pas de temps de l'horloge, les règles sont appliquées et cela entraîne un changement d'état pour certaines cellules.

Il existe plusieurs types d'AC. Dans ce modèle, nous explorons les AC à une dimension – le type le plus simple des AC. Dans le cas à une dimension, chaque cellule contrôle son propre état et l'état de ses deux voisins directs (un à gauche et un à droite) et ensuite fixe son nouvel état en fonction des règles. Ceci est fait en parallèle et continue jusqu'au bas du tableau.

Ce modèle explore toutes les 256 règles possibles qui peuvent être construites par chaque cellule contrôlant que son voisin directe de gauche et de droite.

#### Comment l'utiliser ?

Initialisation et exécution:

- SETUP-SINGLE initialise l'AC avec une cellule active au centre.
- SETUP-RANDOM initialise l'AC avec un pourcentage de cellules actives. Ce pourcentage est déterminé par le glisseur DENSITY.
- AUTO-CONTINUE? L'AC recommence au sommet de l'écran lorsqu'il atteint la dernière ligne.
- GO exécute le modèle avec les règles actuelles jusqu'à atteindre le bas de l'écran. Si le bouton est appuyé une fois encore alors l'AC continue l'exécution courante en recommençant depuis le haut de l'écran.

- FOREGROUND et BACKGROUND fixe les couleurs des états *allumé* et *éteint* d'une cellule.
- SHOW-RULES efface le tableau et donne une vue graphique des règles actuelles. Les 8 règles sont affichées en haut de l'écran.

Pour exécuter le modèle, il faut appuyer soit sur SETUP-SINGLE ou SETUP-RANDOM et ensuite appuyé sur GO.

Pour fixer les règles, il y a 8 boutons. Leur nom correspond aux états des cellules. **O** signifie *inactif*, **I** signifie *actif*. Par exemple, le bouton du haut est appelé **OOO**. Si le bouton est fixé à **On**, la règle suivante est créée: quand une cellule est *inactive*, son voisin de gauche est *inactif* et son voisin de droite est *inactif*, ensuite l'état de la cellule sera mis à *actif* au prochain pas de temps. Si le bouton es fixé à **Off**, la cellule sera dans l'état *inactif* au prochain pas de temps. Par conséquent, puisque chaque bouton est soit **On**, soit **Off** et qu'il y a 8 boutons, il y a donc  $256(2^8)$  règles possibles. Le numéro de la règle courante est affichée sur le glisseur RULE. Le numéro de la règle est calculé en changeant le nom du bouton de binaire à décimal et en prenant la somme de tous les boutons on. Par exemple, si **OII** and **OOI** sont à **On** et tous les autres à **Off**, le numéro de la règle est 4 ( $011 = 3$ ,  $001 = 1$ , et  $3 + 1 = 4$ ). Le glisseur RULE peut aussi être bougé pour changer le numéro de la règle.

### Choses à observer

- Quels différents dessins sont formés en utilisant l'initialisation aléatoire par rapport à l'initialisation simple?
- Pourquoi certaines règles terminent toujours de la même manière, indépendamment de l'initialisation de départ?
- Est-ce qu'il existe des règles qui répètent le même dessin à l'infini?
- Existe-t-il des règles qui produisent quelque chose de chaotique ou aléatoire?

### Choses à essayer

- Trouvez des règles qui convergent avec des cellules toutes actives ou toutes inactives en fonction du pourcentage initial.
- Un automate classique est utilisé pour calculer différentes choses. Peut-on utiliser les AC pour calculer n'importe quoi ? Comment ?

## Automate cellulaire 2D

Dans le menu **File** et le sous-menu **Models Library** (raccourci **pomme-m**), vous trouverez le dossier **Computer Science** puis **Cellular Automata** et enfin ouvrir le modèle **Life**.

### Qu'est-ce que c'est ?

Ce programme est un exemple d'AC à deux dimensions. Cet automate particulier est appelé le *jeu de la vie*. Les règles sont les suivantes, chaque cellule contrôle son propre état et l'état de ses huit voisins environnants. Ensuite:

- s'il y a moins que 2 voisins vivants, la cellule meurt.
- s'il y a plus que 3 voisins vivants, la cellule meurt.
- s'il y a 2 voisins vivants, la cellule reste dans son état actuel.

- s'il y a exactement 3 voisins vivants, la cellule naît.

ceci est fait en parallèle et continue à jamais. Il existe plusieurs formes récurrentes dans le jeu de la vie comme par exemple les gliders. Un glider est composé de 5 cellules vivantes comme ci-dessous

```
X
 X
XXX
```

Un glider va avancer dans le monde tout en conservant sa forme.

### Comment l'utiliser ?

Le glisseur INITIAL-DENSITY détermine la densité initiale de cellules vivantes. SETUP-RANDOM place ces cellules. GO-FOREVER exécute les règles à l'infini. GO-ONCE exécute un pas de temps.

Si vous voulez dessiner votre propre dessin, il faut utiliser les boutons ADD-CELLS et REMOVE-CELLS et utiliser la souris.

### Choses à observer

- Trouver des formes vivantes mais immobiles.
- Existe-t-il une densité critique, c'est-à-dire une densité à laquelle le mouvement se stoppe ou alors un mouvement commence à l'infini ?

### Choses à essayer

- Existe-t-il d'autres formes de gliders ?
- Il existe un canon à gliders, pouvez-vous le créer ? très difficile (sans s'aider du web...)