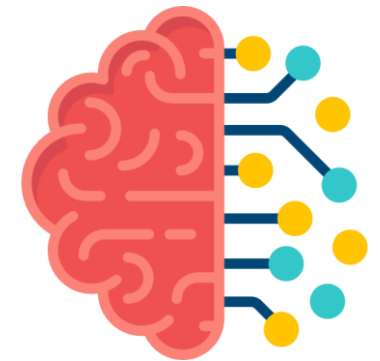


Introduction à l'intelligence artificielle distribuée



Intelligence

Optimisation

Apprentissage
statistique

Perception

Apprentissage
machine

Approximation

Contrôle

Régression

Vision

Interaction

Planification

Décision

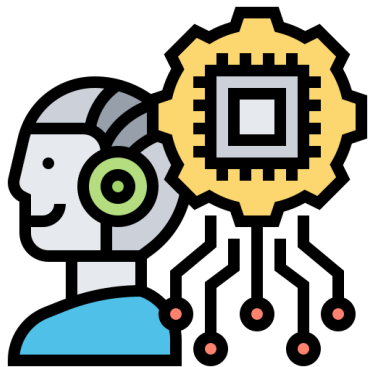
L'intelligence artificielle (IA) désigne l'ensemble des techniques permettant à des machines de simuler l'intelligence humaine

- economie.gouv.fr



A partir du word cloud

L'intelligence de la machine



Reproduire + expliquer une intelligence naturelle
(humains, phénomènes naturels)

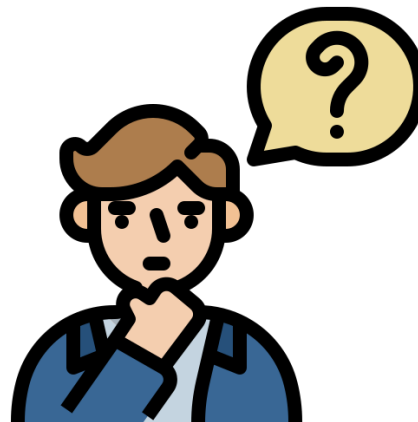


Résoudre des problèmes non-évidents





John von Neumann



“Theoretical model for a self-reproducing machine”



Cellular automata



Cellules colorées du coquillage



Comment ces motifs réguliers sont créés ?

Observations « in vitro »: la coquille se développe par couches

Hypothèse 1 : La génétique peut commander l'intégralité du motif (un seul chef d'orchestre pour toutes les cellules)

1 motif : des dizaines de milliers de cellules (même génome). Pour les guider, le chef d'orchestre a besoin que chaque cellule aie un numéro, une « case d'adressage »

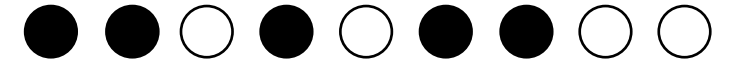


ABSURDE !

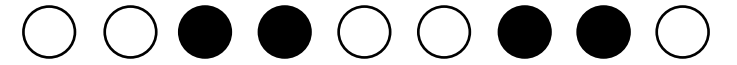
Hypothèse 2 : Pas de chef d'orchestre. Chaque cellule connaît son voisinage



Une couche = un vecteur



Un motif qui existe au temps T évolue au temps T+1



1: ●

0: ○

Temps T:

000 001 010 011 100 101 110 111

Temps T+1: Il faut trouver une règle d'évolution



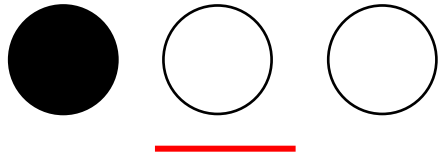
À T: ● ○ ○

À T+1: ○ ● ○



Combien de règles possibles ?

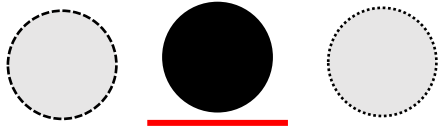
À T:



La combinaison 100 => 1

Les autres combinaisons ?

À T+1:

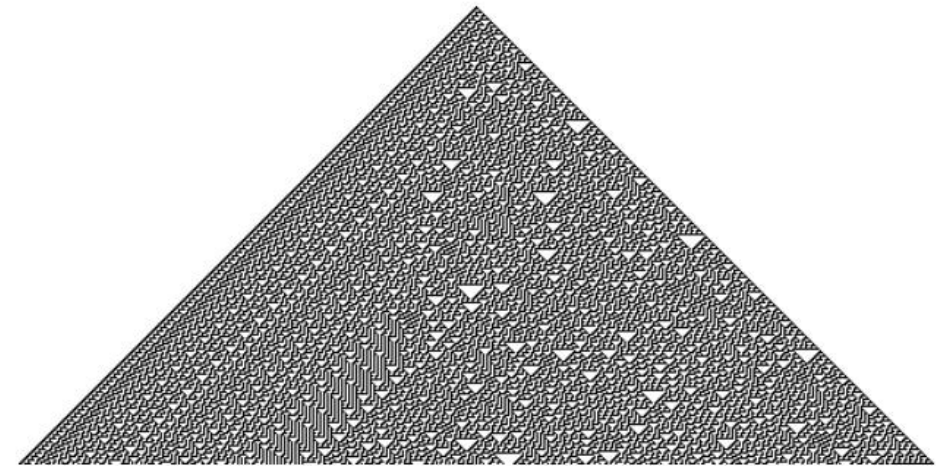
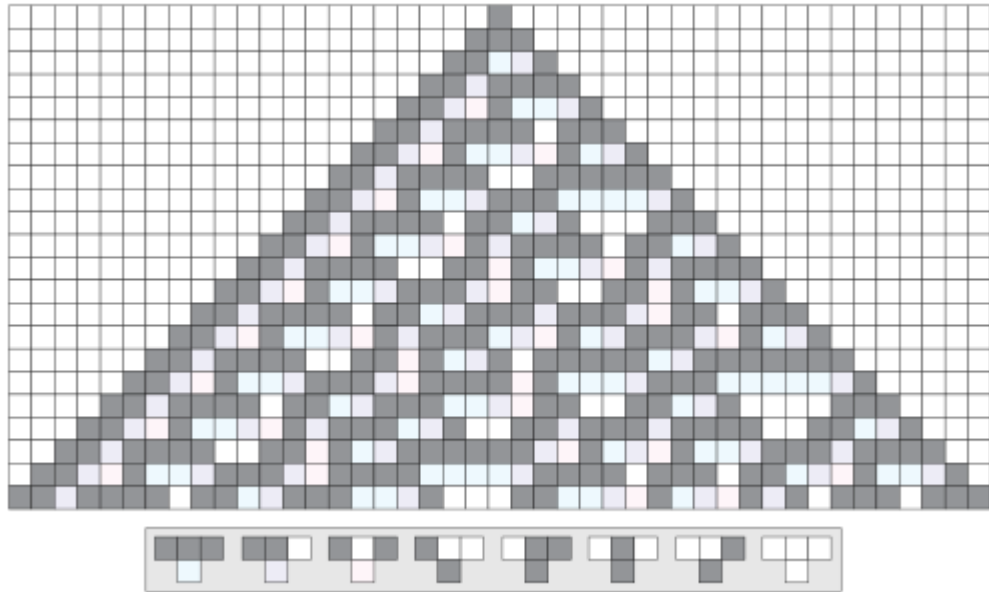


111	110	101	100	011	010	001	000
0	1	1	0	0	1	1	1

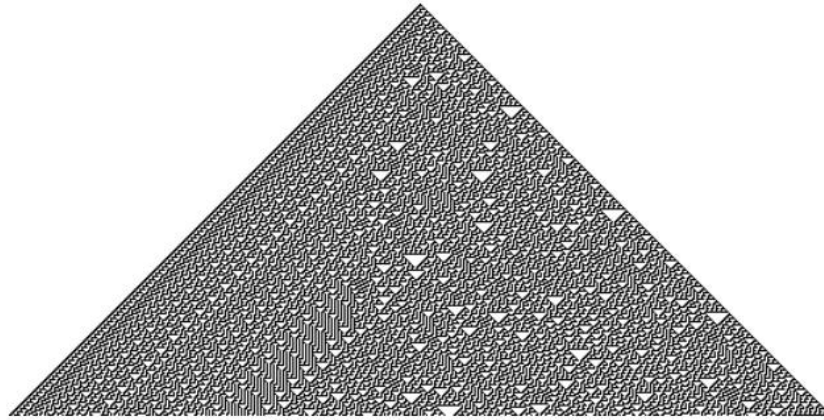
La règle s'appelle 01100111

Nb de règles = $2^{**8} = 256$

Règle 30 : 00011110



256 premières étapes de l'automate, avec la même configuration initiale.



256 premières étapes de l'automate, avec la même configuration initiale.

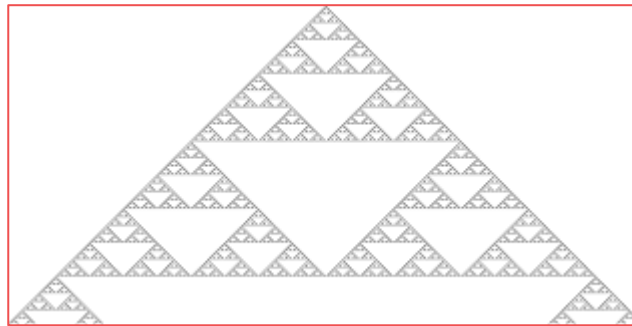


Problème 1: est ce qu'on peut créer un catalogue de tous les motifs possibles en connaissant les règles possibles ?



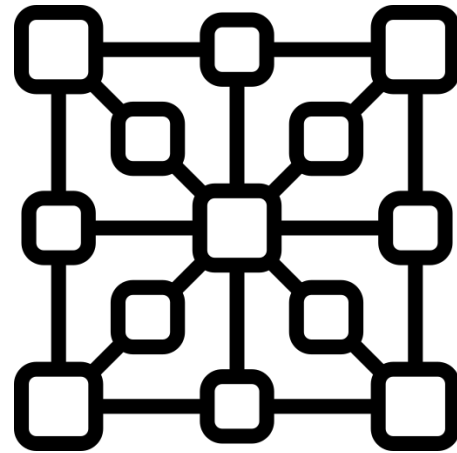
Problème 2: est-ce qu'en connaissant la règle, on peut prévoir si le motif deviendra répétitif lorsque T tend vers l'infini ?

Règle 18

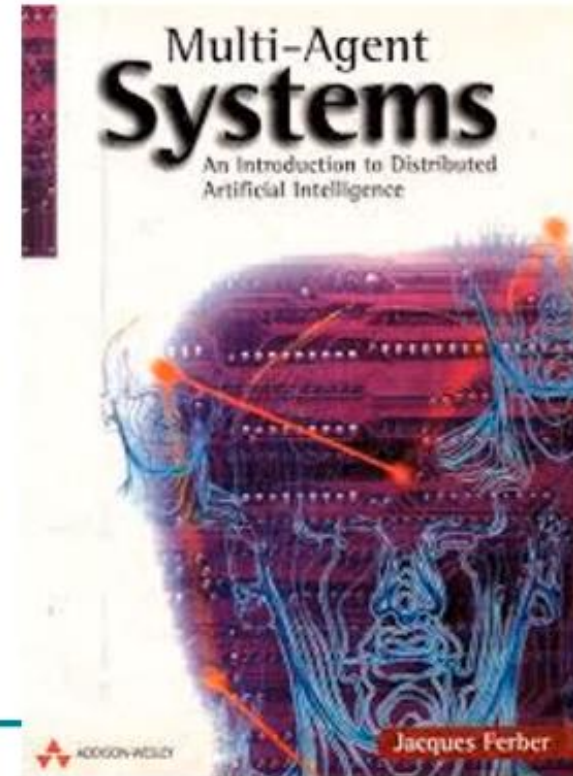




Un système complexe = un réseau d'individus qui ont un comportement individuel qui crée au niveau suivant (temps $T+1$) un comportement collectif émergent qui influence lui-même le comportement individuel (temps $T+2$)



-
- **Ferber. J.**
Multi-Agent Systems. An Introduction to Distributed Artificial Intelligence
Addison Wesley, London, 1999

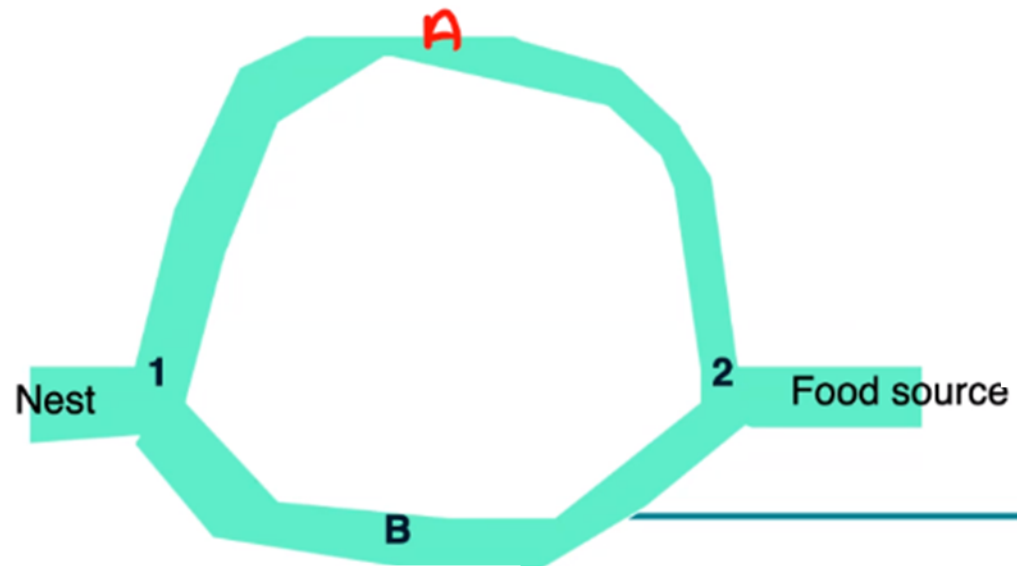


Recherche de nourriture dans la colonie de fourmis



Observations :

- 1- La fourmi laisse une trace de phéromones sur son passage
- 2- Les phéromones s'évaporent avec le temps
- 3- Les fourmis peuvent sentir la concentration de phéromones



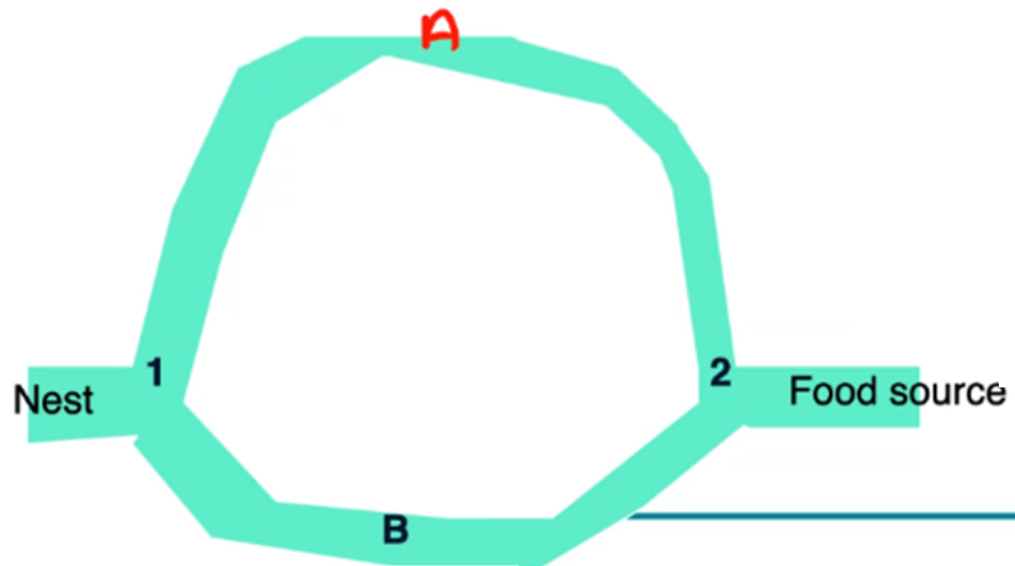
Recherche de nourriture dans la colonie de fourmis



Problème:

Modéliser le processus qui, en évoluant avec le temps, fait que la probabilité pour une fourmi de choisir le chemin B devient plus forte que celle de choisir le chemin A

$$P(B) > P(A)$$



Recherche de nourriture dans la colonie de fourmis



Système multi-agents



Agent : **Perception** (de l'environnement et des autres acteurs), **décision**, **action** (impact sur l'environnement et les autres acteurs)

Environnement: Génère des informations perceptibles par l'agent

Interaction : Quelle interaction est possible entre agents

Organisation : Comment sont organisés les agents (hiérarchie ? Master-slaves ? ...)

(AEIO)

Recherche de nourriture dans la colonie de fourmis



Système multi-agents



Agent : **Perception** (de l'environnement et des autres acteurs), **décision**, **action** (impact sur l'environnement et les autres acteurs)

Environnement: Génère des informations perceptibles par l'agent

Interaction : Quelle interaction est possible entre agents

Organisation : Comment sont organisés les agents (hiérarchie ? Master-slaves ? ...)

(AEIO)

Recherche de nourriture dans la colonie de fourmis



Système multi-agents

Agent f :



Perception : concentration phéromones $C(A)$ et $C(B)$

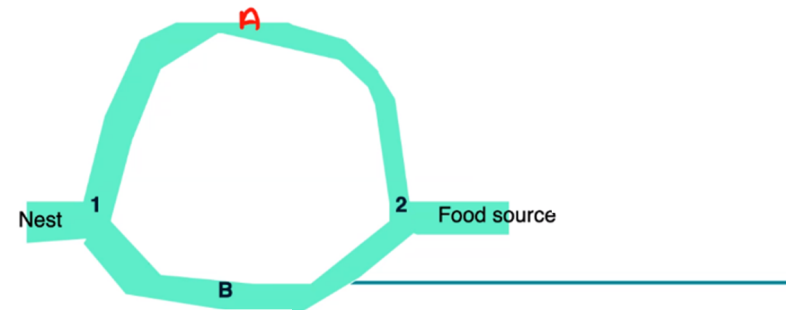
Décision: Calcul des probabilités $P_f(A)$ et $P_f(B)$ en fonction de $C(A)$ et $C(B)$

$$P_f(A) = p$$

$$P_f(B) = 1-p$$

=> loi de Bernoulli

Action : Echantillonner un chemin (A ou B) avec la loi de Bernoulli de paramètre p



Recherche de nourriture dans la colonie de fourmis

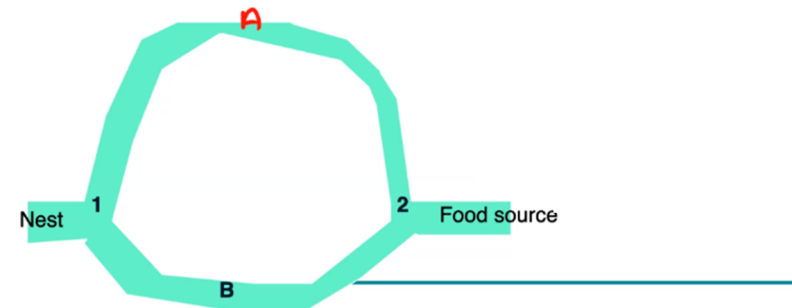


Système multi-agents

Environnement :



- Concentration de phéromones $C(A)$ et $C(B)$: résultat des actions es fourmis
- Les phéromones s'évaporent à une vitesse V



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

Recherche de nourriture dans la colonie de fourmis



Systeme multi-agents

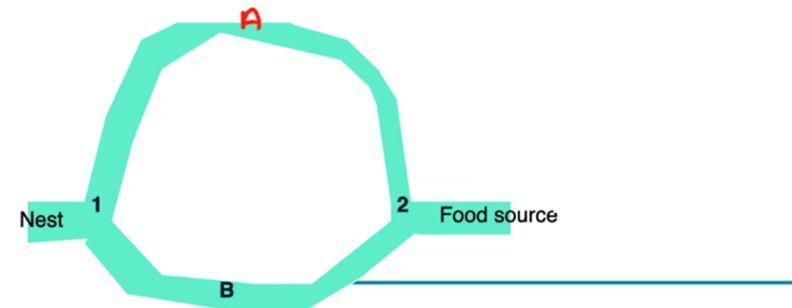
Interaction :



Les fourmis ne peuvent pas se parler mais une action (choix du chemin) a un impact sur l'environnement : laisser une unité de phéromones sur ce chemin

Organisation :

Les fourmis peuvent bouger en même temps sans ordre



Recherche de nourriture dans la colonie de fourmis



Systeme multi-agents

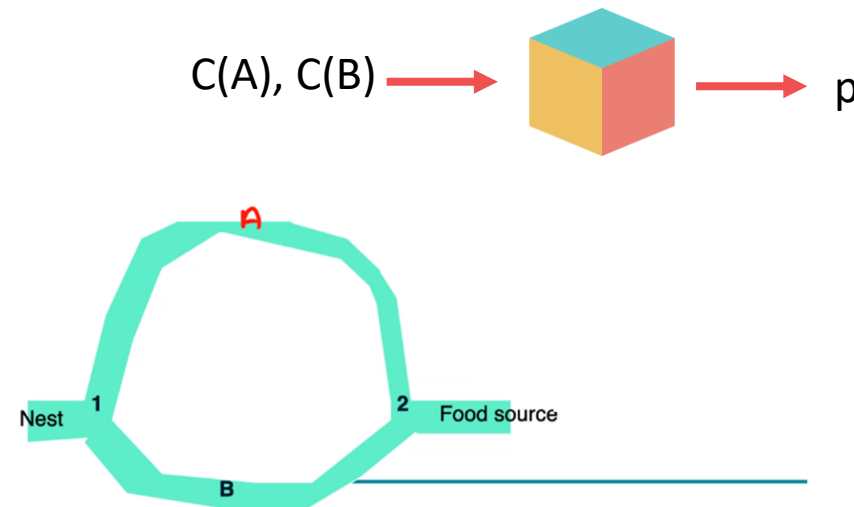
Paramètres de la simulation :



Nombre des fourmis

Vitesse V d'évaporation des phéromones (ex: diminution de 5% tous les pas de temps)

Fonction liant les concentrations de phéromones $C(A)$ et $C(B)$ à $P_f(A) = p$ et $P_f(B) = 1-p$



Systemes multi-agents : intelligence artificielle distribuée

Intelligence

Apprentissage
statistique

Optimisation

Perception

Apprentissage
machine

Approximation

Contrôle

Régression

Vision

Interaction

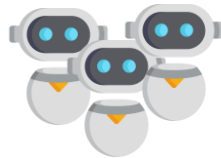
Planification

Décision

Systèmes multi-agents : intelligence artificielle distribuée

Applications :

- Prédiction de l'évolution d'épidémies
- Partage d'énergie en peer-to-peer entre smart grids
- Flottes de robots
- Evolutions des sociétés
- Simulation de l'évacuation en cas d'urgence
- ...



Intelligence individuelle : Prise de décision en fonction de la perception

Intelligence collective : résultat de l'évolution du système multi-agent au bout de T pas de temps

Coming up :

Neurones, réseaux de neurones : perception, excitation, inhibition, prise de décision

