

L'ÉMERGENCE DE LA VIE : UN VIEUX PROBLÈME

La question de l'apparition spontanée de la vie sur terre au sein des océans a toujours été (et est encore aujourd'hui) un des problèmes les plus complexes auquel la science du vivant ait jamais été confrontée. Comment, à partir d'une série de réactions chimiques élémentaires, ont pu se construire les premières structures moléculaires organisées, qui ont abouti à l'apparition des premiers organismes unicellulaires.

Sous ce mystère se cache finalement une question plus générale : un comportement global hautement complexe, organisé, stable et évolutif, peut-il émerger spontanément de lois d'organisation et d'évolution locale hautement élémentaires ? Et par conséquent des structures complexes peuvent-elles avoir une origine aléatoire ?

Cette question est depuis longtemps étudiée par les biochimistes et de nombreuses expériences ont été réalisées depuis la première tentative de S.Miller en 1953 de reconstituer en laboratoire les conditions de l'atmosphère et de l'océan primitif (il avait déjà cette époque pu observer l'apparition spontanée de certains acides aminés).

Cependant, l'étude de cette question n'est au final pas limitée au domaine de la biochimie primitive : on peut l'aborder pour tous les cas où l'on observe un comportement global, pour lequel la seule connaissance des lois qui régissent les éléments le composant, pris isolément, ne peut suffire à expliquer celui-ci. C'est à dire que le système ne peut être considéré et étudié que dans son ensemble. C'est ce que l'on nomme un comportement émergent.

L'étude des phénomènes émergents a su trouver dans le développement de l'informatique, un puissant outil de recherche. En effet, ces phénomènes peuvent être observés dans de très nombreux cas de figure, souvent très simples et donc facilement programmables. Les automates cellulaires constituent l'un des outils les plus populaires pour l'étude de ces phénomènes.

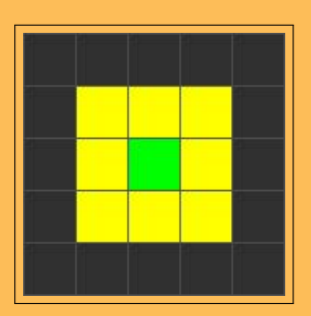
Le jeu de la vie, créé en 1970 par John Horton Conway, est un de ces automates cellulaires qui illustre parfaitement ce concept d'émergence : pour une règle d'évolution locale extrêmement simple, on peut obtenir des comportements globaux très complexes, avec apparition et développement de structures stables, oscillantes et mêmes mobiles, plus ou moins évoluées.

LE JEU DE LA VIE : LA RÈGLE

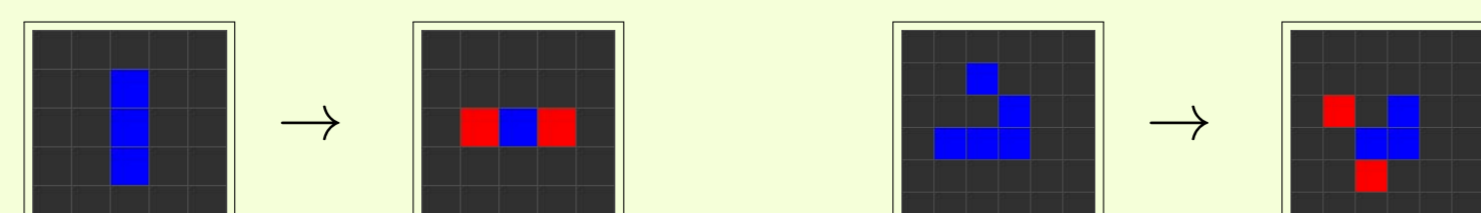
La règle est la suivante : Chaque cellule se trouve dans deux états possibles : actif ou inactif ("vivante" ou "morte"). A chaque génération, et pour chacune des cellules, on compte le nombre de cellules actives (ou "vivantes") de son voisinage (les huit cellules en contact direct). Trois cas se présentent :

1. **Trois cellules actives dans le voisinage** : la cellule sera active à la prochaine génération.
2. **Deux cellules actives dans le voisinage** : la cellule conserve son état pour la prochaine génération (elle reste active si elle était déjà active, et sinon reste inactive).
3. **Plus de trois ou moins de deux cellules actives dans le voisinage** : la cellule sera inactive à la prochaine génération.

Le voisinage (de la cellule verte) : les 8 cellules jaunes

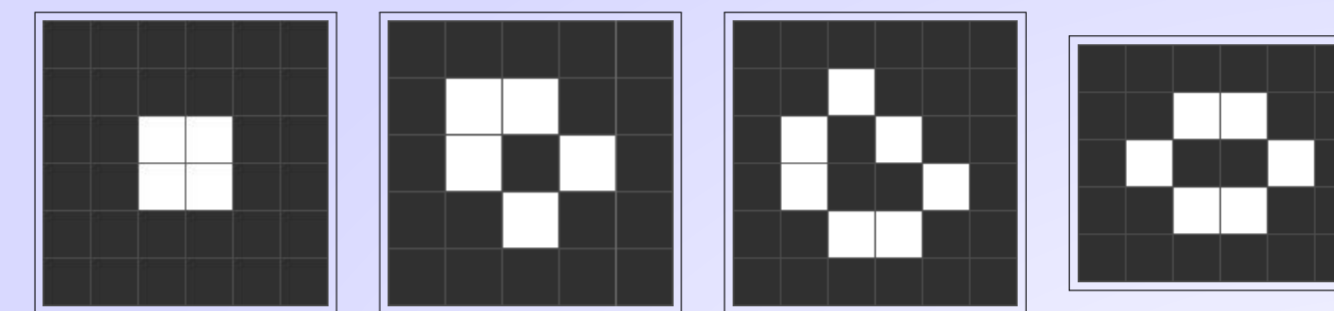


Exemples : (rouge : nouveau-né, bleu : survivant)



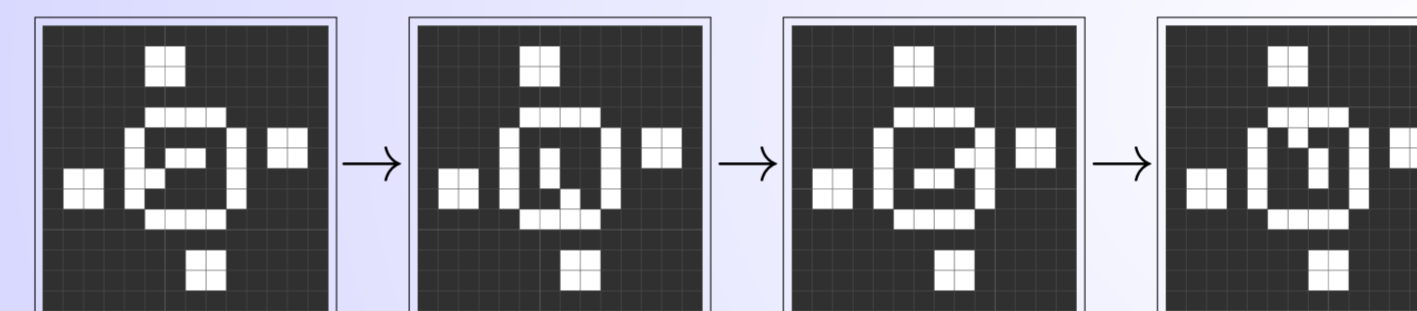
PETIT BESTIAIRE DU JEU DE LA VIE

EXEMPLE DE STRUCTURES STABLES :

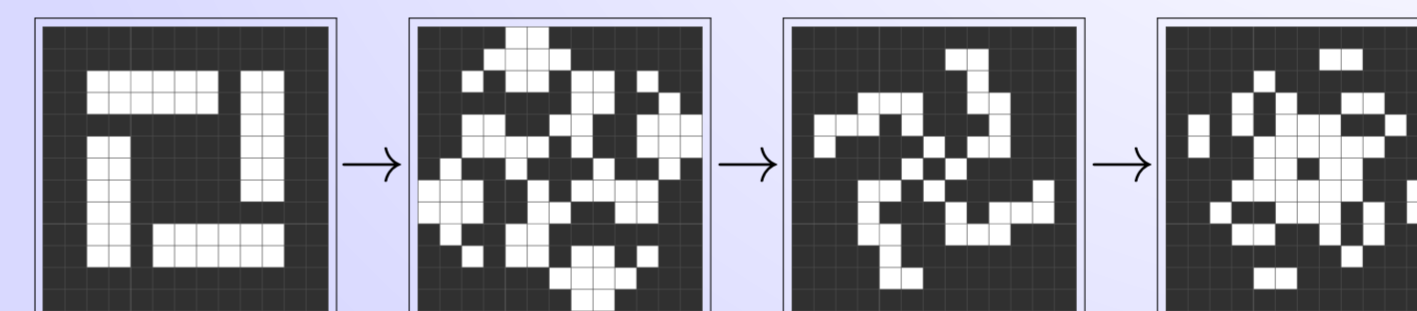


EXEMPLE DE STRUCTURES OSCILLANTES :

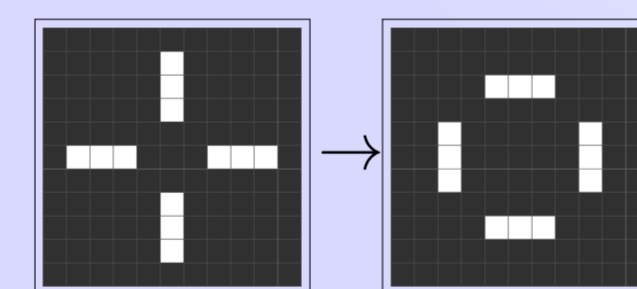
L'horloge : (4 étapes)



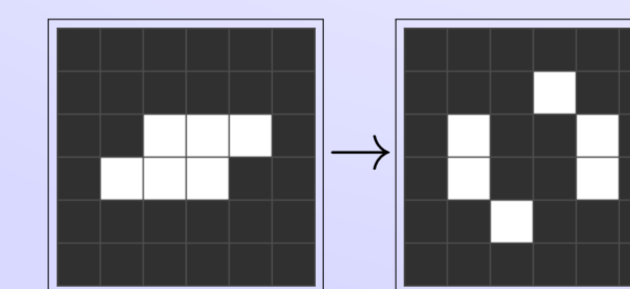
La galaxie : (8 étapes)



L'étoile : (2 étapes)



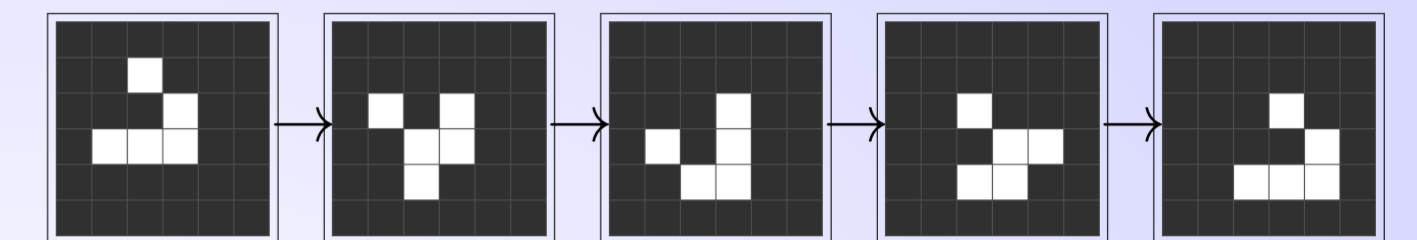
La grenouille : (2 étapes)



EXEMPLE DE STRUCTURES MOBILES :

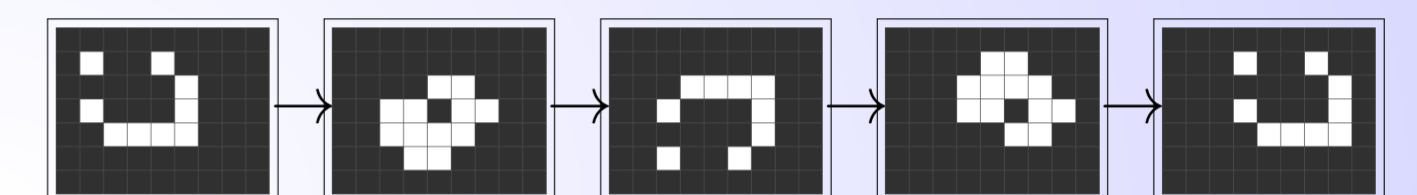
Le planeur :

(4 étapes = translation de 1 pixel en diagonale)



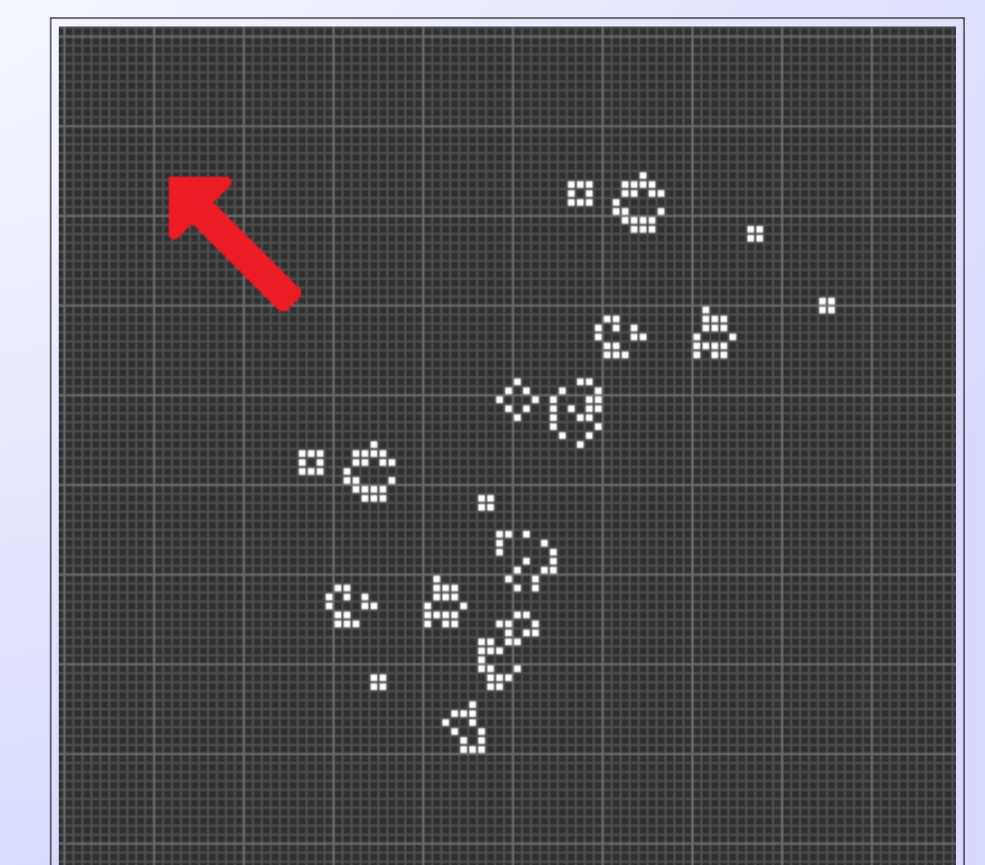
Le vaisseau :

(4 étapes = translation de 2 pixels en horizontal)



Un cas plus complexe... :

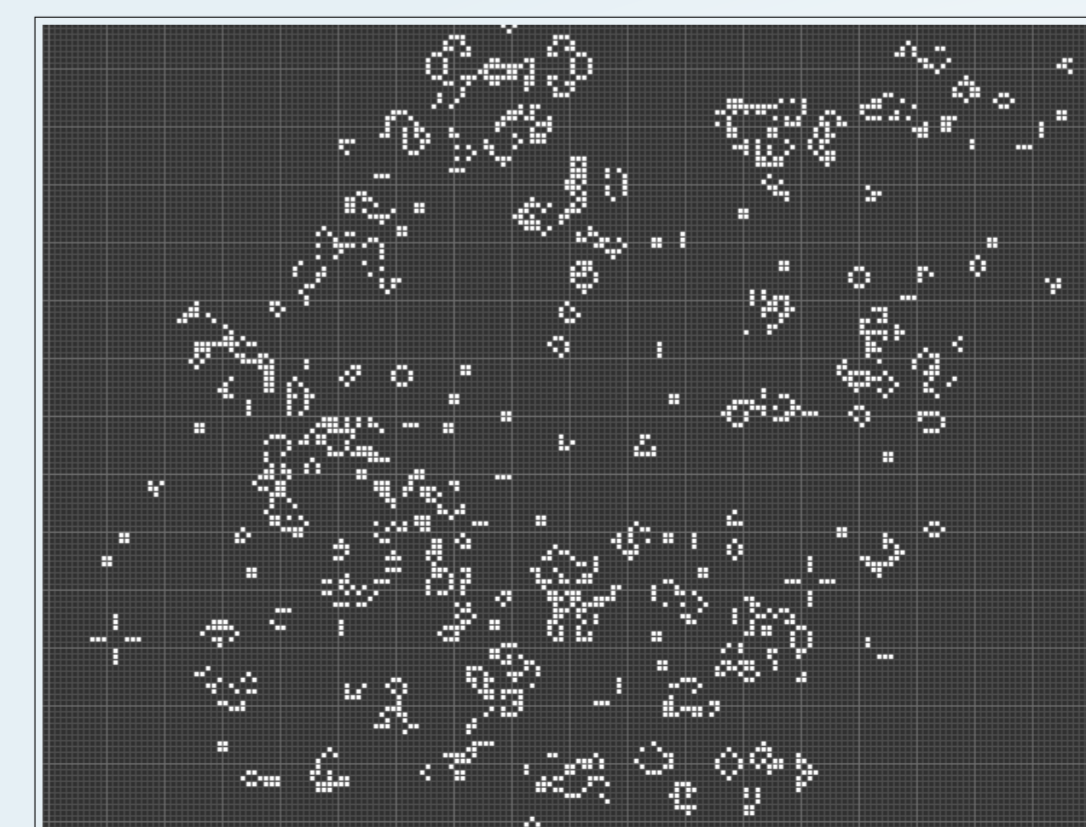
(96 étapes = translation de 8 pixels en diagonale)



UN UNIVERS PLEIN DE VIE !

Simulation aléatoire :

(résultant d'une structure aléatoire)



Structure évoluée :

(résultant d'une structure d'origine extrêmement élémentaire)

