

## Vie artificielle : les systèmes inspirés de la nature

Depuis une vingtaine d'années, des chercheurs d'horizons divers contribuent à ce nouveau domaine qu'ils ont baptisé *Artificial Life*. Plus qu'une discipline scientifique au sens strict, la vie artificielle est un regroupement de travaux hétéroclites, ayant pour point commun de s'inspirer directement et explicitement des caractéristiques du vivant.

### Page 3 / 10 - Le concept de machine universelle : les machines de Turing

Créer la vie, de façon artificielle, est donc devenu le défi de tout savant. Comment Langton et Turing ont marqué l'histoire de la vie artificielle ? Qu'est-ce qu'une machine universelle ?

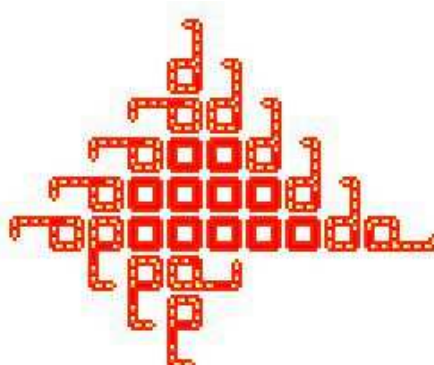


**Alan Turing, à l'origine du concept de machine universelle. © DR**

L'objectif de Langton était plus ambitieux encore :

- « *Le but ultime de la vie artificielle serait de créer la " vie " dans un autre substrat, idéalement un substrat virtuel où l'essence de la vie aurait été abstraite des détails de sa mise en œuvre dans quelque substrat que ce soit. Nous aimerions construire des modèles qui sont si semblables au vivant qu'ils cesseraient d'être des simulations de la vie pour en devenir des exemples.* » (Langton C.-G., « *Studying Artificial Life with Cellular Automata* », *Physica D*, 22, 1986, p. 147, italiques originales.)

Cette citation illustre ce que l'on qualifie maintenant d'interprétation forte de la vie artificielle. Comment Langton a-t-il pu conclure à la faisabilité d'un tel programme ? Ceci apparaît d'autant plus difficile qu'à ce jour, nous ne disposons toujours pas d'une définition incontestée de la vie. C'est donc d'abord un problème philosophique qu'il posait.



**Les boucles de Langton : un automate cellulaire autoréplicateur. © DR**

Pour Langton, la vie est une affaire d'organisation et de structure, non de substance. Dans ce contexte, la possibilité théorique existerait de réaliser de nouvelles instances du vivant. Son raisonnement trouve ses racines dans les travaux des grands logiciens de la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle avec en particulier Alonzo Church et Alan Turing.

**Le concept de machine universelle**

En 1936, **Alan Turing** a proposé le concept de machine universelle. Il montrait alors comment un système logique minimum permettait de déterminer toutes fonctions calculables. Ce travail, qui est à l'origine de l'ordinateur (votre PC n'est rien d'autre qu'une machine universelle de Turing finie), a donné lieu à la thèse de Church/Turing.

Dans sa version de base, elle énonce que toute fonction calculable l'est par une machine de Turing. Cette thèse a été élargie dans ce que l'on qualifie de « version physique » selon laquelle une machine de Turing peut réaliser toute opération de traitement de l'information réalisable par un système physique.

L'interprétation faible de cette thèse pose ainsi que tout système pouvant être décrit comme un automate peut être simulé par une machine de Turing. Selon l'interprétation forte, une machine de Turing peut reproduire le comportement de tout système physique. D Hofstadter a parlé de « version microscopique » :

- « *Le comportement des éléments constitutifs d'un être vivant peut être simulé par un ordinateur. Autrement dit, une description suffisamment élaborée de l'état interne et de l'environnement local de n'importe quel élément (on suppose généralement qu'il s'agit d'une cellule) permet de faire calculer son comportement de façon arbitrairement précise par ... une fonction récursive générale.* » (Hofstadter D., Gödel, Escher, Bach, Dunod, Paris, 1999, p. 641. Church a montré que les fonctions calculables sont les fonctions récursives).

**Machines universelles finies et intelligence artificielle**

Les ordinateurs, c'est-à-dire des machines universelles de Turing finies, sont capables de traiter tout algorithme fini. Si on leur fournit la description logique d'une machine, c'est-à-dire les déterminants de son organisation, ils seraient capables de la « réaliser ». On arrive ainsi à l'idée selon laquelle « les ordinateurs sont des instances des processus biologiques ». Cette thèse relève de l'option philosophique. Pour être admise, elle suppose que l'on accepte que la réalité d'un système relève strictement de son organisation et qu'elle est donc indépendante de son support physique, c'est ce que l'on appelle le fonctionnalisme.

Trouvant son origine dans l'intelligence artificielle, il pose ainsi qu'il serait possible de reconstruire la logique d'un cerveau humain en dehors du substrat neuronal.

La vie est affaire d'organisation et non de substance ; tout fait organisationnel physique ou non est réalisable par une machine de Turing. Ces deux assertions, profondément discutables l'une comme l'autre, sont au cœur de l'interprétation forte de la vie artificielle.

