

Ingénierie morphogénétique

*Traduit de la Anglais par Marc Halévy
d'après René Doursat et Hiroki Sayama
Novembre 2009*

Les produits manufacturés sont généralement fait d'un ensemble de composants originaux et hétérogènes assemblés selon un mode précis et compliqué. Ils fonctionnent de façon déterministe suivant les spécifications imaginées par leur concepteur.

A l'opposé, l'auto-organisation des systèmes naturels (physiques, biologiques, écologiques, sociaux) repose souvent sur le répétition d'agents identiques et de dynamiques stochastiques. Des comportements complexes peuvent émerger de règles d'action relativement simples : souvent, un détail suffit à révéler toute la spécificité d'un système complexe. Cependant, la plupart des motifs naturels (taches, stries, vagues, sillons, grappes, radiances, etc.) peuvent être décrits grâce à un petit nombre de variables statistiques. Ils sont soit dû au hasard, soit façonnés par des contraintes de reliance, mais ne montrent jamais une architecture intrinsèque ainsi que le font les produits manufacturés.

Le développement biologique en est cependant une exception monumentale. Les processus morphogénétique démontrent la possibilité de combiner la pure auto-organisation et des structures sophistiquées. Les organismes multicellulaires sont composés de segments et de parties arrangées selon des modes spécifiques qui peuvent ressembler aux appareils d'invention humaine. Pourtant, ils sont entièrement auto-assemblés d'une manière décentralisée, sous la guidance d'informations génétiques et épigénétiques qui évoluent spontanément durant des millions d'années et qui sont mémorisées dans chaque cellule. Autrement dit, ce sont des exemples d'auto-organisation programmable : ce concept n'a pas été, jusqu'à présent, suffisamment exploré ni par les sciences complexes (pour la partie programmable), ni par l'ingénierie classique (pour la partie auto-organisationnelle). Comment les organismes biologiques réussissent-ils si fiablement de telles tâches morphogénétiques ? Peut-on transposer ces capacités d'auto-organisation vers les systèmes manufacturés ? Quels pourraient être les principes et meilleures pratiques pour créer de tels systèmes morphogénétiques.

*

* *