

La Théorie constructale

Les similitudes sont courantes entre les systèmes en écoulement dans la nature et en ingénierie : les arborescences existent en informatique, dans le corps humain, dans la croissance des cristaux ou des végétaux, dans l'écoulement des canaux, des vents, dans le développement des réseaux urbains ou de communication, dans les flux d'information, des biens ou de l'argent, pour citer quelques exemples. Ainsi n'importe quel flux qui s'écoule dans des circuits est nécessairement confronté à des résistances, des diffusions, des frottements qui détournent l'énergie vers des lieux où elle devient inexploitable. Les thermodynamiciens ont d'ailleurs fait depuis longtemps de cette inévitable dégradation d'énergie un principe, avec la notion d'entropie.

Adrian Bejan, considéré comme un chef de file scientifique des domaines de l'énergétique-thermique et de la mécanique des fluides, propose, depuis 1997, un nouveau principe déterministe de structuration géométrique des systèmes naturels : c'est la *Théorie constructale* qui suppose que les contraintes et objectifs de l'ingénierie sont aussi ceux qui gouvernent la géométrie des flux dans la nature. L'approche constructale a pour ambition de livrer une nouvelle clé pour concevoir idéalement objets, habitations, machines, réseaux... qui promet déjà de changer notre regard sur le monde. C'est un vrai virage théorique : ce n'est pas par fragmentation que les formes s'engendrent, mais par construction et optimisation. En organisant les échelles dans l'espace, de la plus petite vers la plus grande, la théorie constructale (prédictive -un seul et unique principe d'optimisation-, réaliste - une taille finie prédite pour la plus petite brindille-, très générale - une organisation spécifique à chaque échelle selon les lois en jeu) devient beaucoup plus « naturelle » que la géométrie fractale (descriptive -un algorithme postulé dès le départ-, immatérielle - avec des branches infiniment petites- et particulière -un même dessin qui se répète à chaque échelle-)

«Puisque nous sommes condamnés à l'imperfection, résume Adrian Bejan, la seule chose à faire est de la répartir au mieux, via la géométrie». La méthode constructale propose de simplifier le problème par la recherche de la forme optimale du plus petit volume élémentaire disponible, puis en assembler plusieurs en un volume plus grand, jusqu'à faire émerger la forme globale, en remontant toutes les échelles de grandeur. Ainsi de proche en proche, il est possible de faire émerger un réseau au rendement maximal, une arborescence idéale car ... la moins imparfaite possible ! Il s'agit ainsi de répartir géométriquement au mieux les imperfections, des petites échelles jusqu'aux plus grandes par l'élaboration macroscopique globale à partir de l'assemblage local de structures élémentaires : les choses s'agrègent, se construisent du petit vers le grand. Notre monde ne serait pas fractal, mais constructal ! Et tous les systèmes soumis à des écoulements sont concernés.

L'ouvrage phare d'Adrian Bejan *Shape and Structure from Engineering to Nature* (2000).