



BIFURCATION :

Un miroir turbulent, J. Briggs, F.D Peat.

Bifurcation et chemin en fourche.

Telle une fenêtre ouverte momentanément sur le global, l'amplification des bifurcations conduit à l'ordre ou au chaos.

Dans l'ordre de la nature de Prigogine, la bifurcation -un terme qui signifie point de branchement ou fourche- est un concept essentiel. Une bifurcation dans un système est l'instant vital où une chose aussi petite qu'un simple photon d'énergie, une légère fluctuation de la température extérieure, un changement de densité est amplifiée par itération jusqu'à une taille telle qu'un embranchement est créé et que le système part dans une nouvelle direction.

Au fil du temps, des cascades de points de bifurcation amènent le système à se fragmenter (doublements de périodes) vers le chaos ou à se stabiliser dans un nouveau comportement par l'intermédiaire d'une série de boucles de rétroaction (comme l'auto-catalyse et l'auto-inhibition) qui couplent le nouveau changement à son environnement.

Une fois stabilisé par sa rétroaction, un système qui est passé par une bifurcation peut résister à des changements ultérieurs pendant des millions d'années jusqu'à ce qu'une nouvelle perturbation critique amplifie la rétroaction et crée un nouveau point de bifurcation.

A ses points de bifurcation, le système subissant un flux est confronté à un "choix" d'ordres. La rétroaction interne de certains de ces choix est à ce point complexe qu'il existe, de fait, une infinité de degrés de liberté. Autrement dit, l'ordre de choix est tellement élevé que c'est le chaos.

D'autres points de bifurcations offrent des choix où la rétroaction du couplage produit moins de degrés de liberté. Le système peut apparaître simple et régulier. Néanmoins, c'est totalement trompeur dans la mesure où la rétroaction d'ordres apparemment simples comme l'onde soliton est toujours d'une complexité impossible à analyser.

Le résultat net des bifurcations dans l'évolution des cellules vivantes a été de créer des réactions chimiques organiques qui sont entrelacées de manière complexe et stable dans l'environnement de la cellule. Cet entrelacement de boucles de rétroaction correspond à ce que Prigogine appelle la "communication". Grâce à cette communication, le système reste intact.

Les points de bifurcation sont les bornes de l'évolution du système ; ils cristallisent l'histoire du système. L'enregistrement de l'histoire de nos propres bifurcations est gravé dans la forme de nos poumons avec ses décalages en échelles.

Une trace de nos bifurcations passées apparaît dans nos embryons lors des étapes au cours desquelles ils ressemblent tour à tour à des poissons, à des amphibiens puis à des reptiles.

Cachés dans toutes les formes et processus qui nous rendent uniques -dans les réactions chimiques de nos cellules et la forme de nos réseaux nerveux- se trouvent des milliers et des milliers de points de bifurcation constituant une chronologie vivante des choix par lesquels nous avons évolué en tant que système, de la cellule unique primordiale à notre forme présente.

A chaque point de bifurcation du passé de notre système, un flux survient dans lequel de nombreux futurs existent. Par l'itération et l'amplification du système, un futur est choisi et les autres possibilités disparaissent à jamais.

Ainsi, nos points de bifurcation constituent une carte de l'irréversibilité du temps.

Le temps est inexorable et cependant dans les bifurcations, le passé est continuellement recyclé, maintenu éternel, en quelque sorte, puisqu'en stabilisant par rétroaction le chemin de bifurcation qu'il emprunte, un système incorpore les conditions exactes de l'environnement au moment où survient la bifurcation.

Un vestige de la mer primaire reste dans les réactions chimiques liant les mitochondries de nos cellules au cytoplasme qui les entoure ; l'héritage de l'âge des reptiles est tapi dans la structure du système d'activation réticulaire de notre cerveau, qui régit notre niveau d'éveil.

Ainsi, la dynamique des bifurcations révèle que le temps est irréversible et cependant cumulatif. Elle démontre également que le mouvement du temps n'est pas mesurable. Chaque décision prise à un point de branchement nécessite l'amplification d'une chose initialement petite. Bien que la causalité agisse à chaque instant, le branchement s'effectue de manière imprévisible.

Prigogine dit que "ce mélange de nécessité et de hasard constitue l'histoire du système". Il représente également sa créativité. La capacité d'un système à amplifier un petit changement est une puissance créative.

Les systèmes biologiques restent stables en amortissant la plupart des petits effets, excepté dans ces régions de comportement où un haut degré de souplesse et de créativité est nécessaire. Là, les systèmes restent fortement sensibles à l'influx, proches d'un état de chaos.

Une seule abeille pénétrant dans un essaim de milliers de collègues en interaction peut, par une petite danse, indiquer l'emplacement de fleurs riches en pollen et lancer l'ensemble de l'essaim dans les airs.

Les systèmes sont également hautement sensibles à proximité de ces zones qui constituent la "mémoire" cristallisée de bifurcations passées. Les nations ont généralement évolué au travers de bifurcations liées à des situations de conflit intense.

Elles sont donc hautement sensibles aux types d'informations qui recréent ces bifurcations. Un simple titre dans un journal peut mobiliser une nation entière pour la guerre.

L'idée de sensibilité aux bifurcations est également utilisée pour expliquer le curieux phénomène de chiralité. La chiralité, perceptible par exemple dans l'existence de droitiers et de gauchers, traduit le fait que nous vivons dans un univers asymétrique. Les motifs des coquillages sont orientés dans une direction plutôt que dans une autre. Les molécules essentielles de la vie sont pour la plupart gauches.

En laboratoire, il est possible de produire, avec une égale probabilité, des molécules gauches et droites ; en fait, il est difficile d'obtenir en laboratoire des réactions chimiques asymétriques sauf si vous insémez de l'extérieur le caractère chiral. En revanche, ce n'est pas le cas dans la nature.

Louis Pasteur, l'un des premiers à se pencher sur le problème, arriva à la conclusion qu'il devait exister une asymétrie fondamentale dans la nature, mais il ne parvint jamais à découvrir son origine.

Diverses théories ont depuis tenté d'expliquer la chiralité mais aucune d'elles n'a pu le faire de manière entièrement satisfaisante.

Récemment des membres du groupe de Prigogine ont publié une solution dans le Journal scientifique Nature.

Dans les années soixante-dix, les physiciens furent surpris de découvrir que le monde des particules atomiques n'était lui-même pas tout à fait symétrique.

Lorsque des électrons sont éjectés de l'atome, ils sortent en tournant dans le sens des aiguilles d'une montre ou dans le sens contraire. Les physiciens disent aujourd'hui de Dieu qu'il est gaucher.

En revanche, les énergies mises en jeu dans le choix de chiralité des particules élémentaires sont infimes comparées à celles impliquées dans les molécules de la vie.

Les scientifiques étaient convaincus que le caractère gauche au niveau des particules élémentaires ne pouvait avoir aucun lien avec le caractère gauche des molécules biologiques.

Mais comme nous l'avons vu, dans les états loin de l'équilibre de très petits effets sont amplifiés. Ainsi l'infime différence de gravité sur quelques centimètres de liquide devrait normalement être négligeable.

Néanmoins, dans le cas de l'instabilité de Bénard, la turbulence loin de l'équilibre amplifie de manière astronomique cet effet gravitationnel et se traduit par l'apparition du réseau hexagonal de Bénard.

Le collègue de Prigogine, D.K. Konopudi, pense qu'une chose similaire se produit concernant la légère préférence en matière de rotation des électrons.

Dans le chaos de déséquilibre qui donne naissance à de nouvelles molécules, un système dissipatif peut rapidement amplifier la très petite différence de rotation, projetant le caractère gauche subatomique de Dieu au niveau de la molécule organique.

Inter Éditions