

3

TOUS LES CHIFFRES IMPORTENT

En physique classique, on utilise des nombres réels pour représenter les variables physiques. On considérera par exemple la fonction continue f vérifiant $f(x) = 2x$ si x est compris entre 0 et $1/2$, et $f(x) = 2(1 - x)$ si x est compris entre $1/2$ et 1, pour représenter l'évolution de la coordonnée longitudinale d'un point quand on applique la transformation du boulanger à une pâte qui est allongée puis repliée en deux sur elle-même de manière répétée (on itère l'application de la fonction f à la coordonnée initiale).

L'étude de cette transformation déterministe illustre l'importance de tous les chiffres du nombre réel x donnant la coordonnée d'un point initial quand on suit sa position lors de la manipulation répétée du boulanger. On observe le phénomène de la « montée des chiffres » : les chiffres les plus loin dans le développement en base 2 de x prennent progressivement de plus en plus d'importance en s'approchant de la virgule. Prenons par exemple pour coordonnée initiale le nombre x_0 , écrit en base 2, est :

$x_0 = 0,01001000100001000001000000100000001...$

La suite des nombres $x_n = f(x_{n-1})$ donnant sa position quand on applique successivement la transformation du boulanger est représentée ci-dessous.

$x_0 = 0,01001000100001000001000000100000001...$
 $x_1 = 0,1001000100001000001000000100000001...$
 $x_2 = 0,11011101111011111011111011111101111110...$
 $x_3 = 0,01000100001000001000000100000001...$
 $x_4 = 0,1000100001000001000000100000001...$
 $x_5 = 0,1110111101111101111101111101111110...$
 $x_6 = 0,00100001000001000000100000001...$
 $x_7 = 0,0100001000001000000100000001...$
 $x_8 = 0,100001000001000000100000001...$

est indéterministe. Pour Nicolas Gisin, il s'agit là d'une illusion, et elle est due à l'usage des nombres réels pris trop au sérieux et de la confusion déjà évoquée entre modèle et réalité.

Pour Nicolas Gisin, « la physique classique n'est déterministe que si l'on attribue à l'outil que sont les nombres réels une signification physique. Dès que l'on réalise que les nombres réels mathématiques ne sont « pas vraiment réels », c'est-à-dire qu'ils n'ont aucune signification physique, il s'ensuit que la physique classique n'est pas déterministe. »

En effet, quand on considère l'évolution d'un système physique, par exemple quelques particules ponctuelles à partir d'une situation initiale donnée, elle n'est effectivement déterminée de manière unique et calculable instant après instant qu'à la condition que les données initiales (les positions et vitesses des particules) soient connues avec une précision infinie. Cela revient à prendre au sérieux que les variables physiques sont bien équivalentes à des nombres réels comportant une infinité de décimales.

UNE MÉCANIQUE QUI NE SUPPOSE PAS D'INFORMATIONS INACCESSIBLES

Nicolas Gisin a imaginé une théorie équivalente à la mécanique classique dans laquelle on considère que le système initial dont on étudie l'évolution n'est connu qu'avec une précision limitée, et que ce n'est qu'une fois que le système physique évolue et lorsque c'est nécessaire que les décimales non connues au départ sont fixées, cela de manière différée et aléatoire. Il défend que « cette alternative à la mécanique classique est plus naturelle, car elle ne suppose pas d'informations inaccessibleles. »

Tout ce qu'est capable de prévoir la mécanique classique est prévu de la même façon par la mécanique alternative de Gisin, et nous avons autant de raisons de croire en cette mécanique non déterministe que nous en avons de croire en la mécanique classique déterministe.

Nicolas Gisin en déduit que la question : « La physique classique est-elle déterministe ? » n'est pas une question scientifique.

Pour compléter sa démonstration, il revient sur la théorie de De Broglie-Bohm de la mécanique quantique qui, en utilisant l'idée qu'existeraient des variables cachées, propose une version déterministe de la mécanique quantique. Bien que cette théorie ait peu de défenseurs, elle n'a pas été réfutée et on peut donc affirmer que, pas plus que la mécanique classique ne décrit vraiment un monde déterministe, la mécanique quantique n'en décrit un vraiment indéterministe.

La mécanique classique et la mécanique quantique sont chacune, au choix, déterministe ou non déterministe et il n'existe pas de moyen empirique pour départager les options. Hervé Zwirn est d'accord avec Nicolas Gisin sur ce point de vue : « La question de savoir si la nature est déterministe ou pas est une fausse question épistémologique qui n'a pas de solution. Elle semble grammaticalement poser une question qui concerne la nature elle-même alors qu'en fait, elle concerne nos moyens de description. »

Une autre raison doit nous rendre méfiants vis-à-vis des nombres réels utilisés en physique. Elle est liée à l'existence des principes de finitude : de même qu'il existe un principe physique fondamental stipulant qu'aucun objet réel et qu'aucune information ne peut voyager ➤