

Doc.1 : le temps

Quel que soit le sujet évoqué par une discipline scientifique, le temps est une des dimensions qui interviennent dans les descriptions, dans les raisonnements, dans les calculs. La variable t qui le représente apparaît dans de multiples formules. Des trésors d'intelligence et d'ingéniosité ont été consacrés à le mesurer avec une précision devenue aujourd'hui un sujet d'orgueil pour les spécialistes.

Cette mesure a tout d'abord été l'affaire des astronomes, qui ont observé les mouvements des planètes et comparé les durées de leurs rotations sur elles-mêmes et de leurs révolutions autour du Soleil, puis les mécaniciens ont construit des horloges de plus en plus perfectionnées et obtenu des rythmes qui semblent rigoureusement constants ; les physiciens ont récemment pris le relais grâce à la régularité des pulsations manifestée par certains atomes.

Autrefois, l'heure était définie comme la vingt-quatrième partie de la durée du jour et la seconde comme la trois mille six centième partie de l'heure. Depuis 1967, cette définition a changé, la seconde est la durée totale de 9 192 631 770 périodes de l'atome de césium. Elle n'est plus obtenue par division d'une durée plus longue, mais par addition d'un grand nombre de durée plus petites. Tout semble parfait, puisque l'on peut se vanter de mesurer une durée avec une précision permettant d'écrire la douzième décimale. Oui, tout est parfait, sauf lorsque le physicien doit répondre à la question pourtant bien naïve : ce que vous mesurez si bien, c'est quoi ?

Un mot, deux définitions

La difficulté de la réponse est mise en évidence en analysant deux définitions du temps qui affirment chacune le contraire de l'autre. La première est de Richard Feynman, physicien qui a reçu le prix Nobel en 1965 pour ses recherches sur la théorie quantique des champs : « Le temps, c'est ce qui passe quand rien ne se passe » ; la seconde, très célèbre, est de saint Augustin, évêque de Carthage au IV^e siècle : « Je ne sais pas ce qu'est le temps, mais je sais que si rien ne se passait, il n'y aurait pas de temps passé. » On ne saurait être plus en désaccord. Pour l'un, le temps est une réalité autonome, imposant sa présence active même si rien n'existe en dehors de lui ; pour l'autre, le temps est le produit de la succession des événements.

Extrait de « La science à l'usage des non scientifiques », Albert Jacquard

La seconde la plus précise

Les premières horloges étaient mécaniques : elles utilisaient des phénomènes périodiques mécaniques, comme le mouvement oscillant d'un balancier (Fig. 1). Si ces horloges permettaient de se repérer dans une journée, elles présentaient comme inconvénient d'être peu précises et nécessitaient, par ailleurs, une intervention manuelle régulière pour faire « repartir » leur mécanisme.

Aujourd'hui, la quasi-totalité des montres sont dites « à quartz ». En effet, elles renferment une fine lamelle de cristal de quartz. Pourquoi ? Parce que ce cristal présente une particularité : il vibre de façon stable – un peu plus de 32 768 fois par seconde lorsqu'on lui applique un courant électrique (fourni, par exemple, par une pile). Ces vibrations permettent d'entraîner à un rythme d'une régularité extrême le mécanisme de la montre. La fiabilité est telle qu'une montre à quartz ne « perd » qu'une seconde tous les six ans.

Mais il existe encore plus précis : l'horloge atomique. Son principe repose sur le fait que l'atome de césium (généralement utilisé pour les horloges atomiques) absorbe ou émet de l'énergie dont la fréquence correspondante, de 9 192 631 770 Hz, permet une précision encore plus grande dans la mesure du temps. Ainsi, une horloge atomique ne « perdrait » qu'une seconde tous les trois millions d'années !

Cette précision atteinte et inégalée est telle qu'elle est à l'origine de la définition actuelle (depuis 1967) de l'unité du temps : la seconde est ainsi définie comme la durée de 9 192 631 770 périodes de la radiation correspondant à la transition de deux niveaux d'énergie de l'atome de césium. La définition antérieure de la seconde s'appuyait sur les phénomènes astronomiques : elle était définie comme 1/86 400 du jour solaire moyen.

Pistes de réflexion

- 1 a. Quel est le principe d'une horloge mécanique ?
b. Quels défauts présente ce type d'horloge ?
- 2 a. Quel est le principe d'une montre à quartz ?
b. Quels sont les avantages d'une telle horloge ?
- 3 a. Quel est le principe d'une horloge atomique ?
b. Qu'apporte une telle horloge par rapport aux autres types d'horloge ?
c. Combien de fois une horloge atomique est-elle plus précise qu'une montre à quartz ?

- 4 Expliquer les deux définitions de la seconde évoquées dans le document.

Pour conclure

- 5 Quelles sont les qualités attendues d'une horloge ?
- 6 Comment expliquer l'évolution de la définition de la seconde ?