

> respectivement un retard ou une avance sur celle restée au sol en accord avec la théorie d'Einstein. Les différences, de l'ordre d'une centaine de milliardièmes de seconde, sont toutefois si infimes que, pour la vie courante, il est possible de rassembler nos temps propres pour fabriquer un temps « universel ». Ouf, les apparences sont sauvées et, à une infime fraction de seconde près, *Pour la Science* a bien 40 ans pour tout le monde ! Mais il existe des situations bien différentes.

VOYAGE SPATIAL

Puisque cette année marque aussi les 40 ans de la célèbre saga *Star Wars*, faisons un peu de science-fiction. Imaginons que le jour de la publication du numéro 1 de *Pour la Science*, un voyageur embarque dans un vaisseau interstellaire capable d'atteindre une vitesse proche de celle de la lumière avec la promesse de revenir quand 40 années se seront écoulées sur Terre. Quelle sera la durée propre de son voyage ? Pour mener ce calcul, il faut connaître le plan de vol du vaisseau dont nous allons supposer qu'il fait demi-tour à mi-parcours, avec une accélération ou une décélération propres – mesurées à bord – constantes. Ainsi, un voyage à une accélération constante de 1g conduit à une durée propre du voyage de 11,74 ans. À 2g, le voyage dure 7,21 ans, etc. On constate que la durée propre du voyage est toujours inférieure à la durée mesurée par un observateur terrestre. Bonne nouvelle, car cela implique qu'avec une accélération propre constante, un voyageur peut franchir des distances interstellaires en une durée inférieure à celle d'une vie humaine.

Pour éviter de vous ennuyer durant le voyage, vous avez maintenu votre abonnement à *Pour la Science*. Chaque numéro vous est envoyé par ondes radio, à la vitesse de la lumière donc. Comme les durées terrestres et les durées propres diffèrent, la périodicité mensuelle terrestre ne sera pas respectée à bord. Ainsi, au cours du voyage aller, vous recevrez votre magazine avec des intervalles de plus en plus grands. Ils commenceront à diminuer au début de la phase de décélération. Avec une accélération/décélération propre de 1g, environ 20,6 mois sépareront deux numéros successifs autour du moment où la vitesse maximale est atteinte. Finalement, vous ne recevrez que 22 numéros lors de l'aller – dont la durée propre est de 5,87 ans – car la lumière porteuse d'information doit vous rattraper. Il en va tout autrement au retour, car alors votre vaisseau va à la rencontre des messages terrestres. Les intervalles de réception des numéros de *Pour la Science* se réduiront de plus en plus jusqu'à atteindre un minimum au milieu du voyage retour, avec un intervalle de réception minimal de 1,5 jour : il faudra lire vite ! Durant les 5,87 années propres du voyage retour, vous aurez à lire 458 numéros...



FREE-RUNNING

Dans certains cas, l'horloge biologique ne peut pas se synchroniser sur des signaux réguliers exogènes tels que la lumière du jour. C'est le cas de la plupart des personnes aveugles. Pour les autres aveugles, certains photorécepteurs sont encore fonctionnels et connectés à l'hypothalamus. Cet effet de free-running a été reproduit artificiellement par le spéléologue Michel Siffre qui, dans les années 1960, a passé plusieurs mois dans une grotte sans repères de temps. Son organisme s'est alors calé sur un cycle de 24 h 30.

On le voit bien, la notion d'anniversaire – et donc de durée – varie en fonction de l'observateur humain. Qu'en est-il chez les autres espèces ? Elles perçoivent probablement les durées de façon différente : chacune à son échelle, notamment en fonction de la durée de vie moyenne, très différente d'une espèce à l'autre. Ainsi, l'éphémère, insecte volant dont la durée de vie au stade adulte est de l'ordre de 24 heures, perçoit les durées sans doute d'une autre façon que le pin Bristlecone (*Pinus longaeva*), dont certains représentants dans les montagnes Rocheuses sont âgés de près de 5000 ans, ou du corail noir de Hawaï (du genre *Leiopathes*), dont l'individu le plus vieux connu est âgé de 4265 ans.

On pourrait penser que le cycle solaire étant le même pour toutes les espèces, la perception du cycle jour/nuit serait identique pour tous, mais c'est sans compter sur les horloges biologiques, qui définissent un rythme propre à chacun. Celles-ci confèrent aux organismes une notion de temps subjectif mais autonome, et on parle, par extension, d'horloges circadiennes.

Les premiers travaux sur les rythmes biologiques datent du IV^e siècle avant notre ère, lorsque le philosophe grec Théophraste, élève d'Aristote, observait l'influence de la lumière sur la croissance des arbres sur l'île de Tylos (aujourd'hui Bahreïn). Mais le terme « circadien » (du latin *circa*, environ, autour ; et *diem*, jour) est bien plus tardif. Il a été proposé en 1729 par l'astronome et mathématicien français Jean-Jacques Dortous de Mairan ; celui-ci avait observé que, même plongée en permanence dans l'obscurité, la sensitive (*Mimosa pudica*) continuait d'ouvrir et de fermer ses feuilles comme elle le faisait habituellement le jour et la nuit.