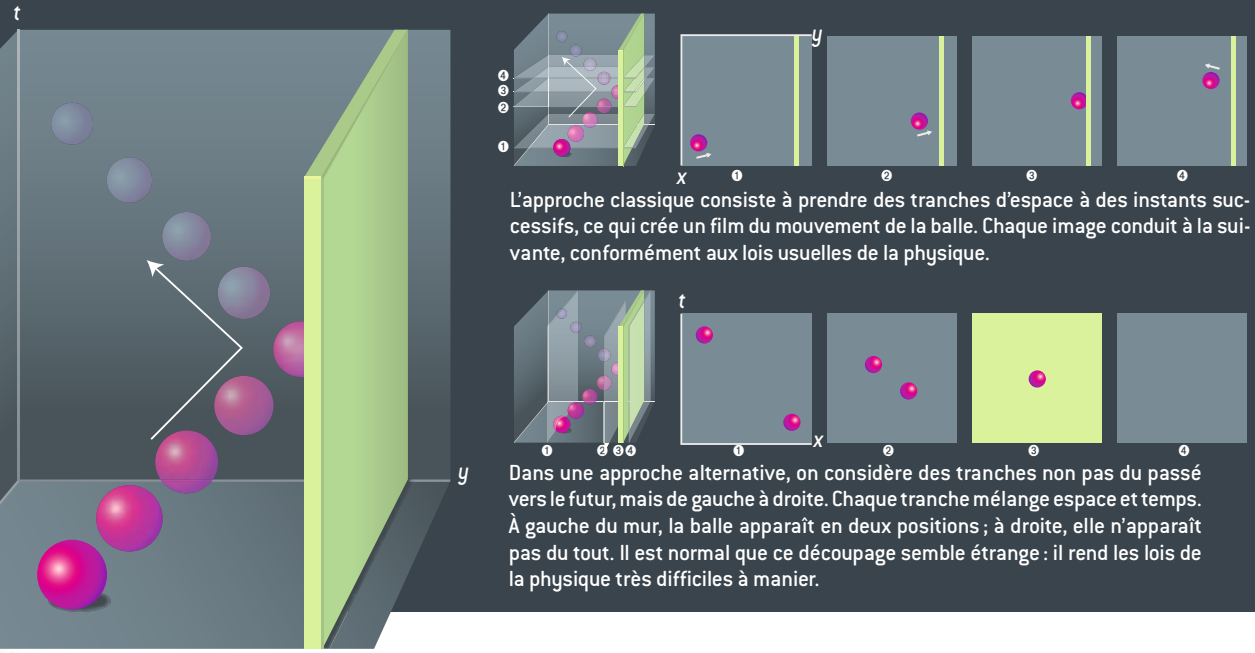
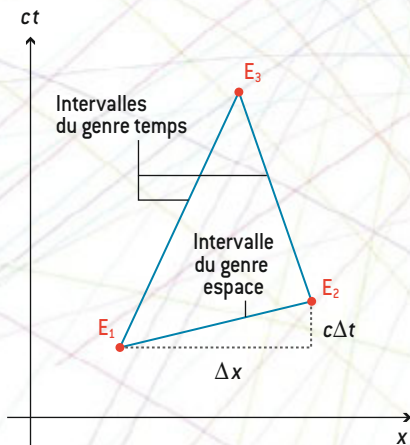


EN QUOI LE TEMPS EST DIFFÉRENT DE L'ESPACE

Physiciens, artistes et graphistes représentent d'ordinaire le temps comme une dimension supplémentaire de l'espace. L'espace-temps ainsi construit est représenté ici, avec une dimension spatiale de moins, comme un bloc tridimensionnel dans lequel une balle rebondit sur un mur. Selon la théorie de la relativité, où l'espace et le temps ne sont pas indépendants, l'espace-temps peut être découpé de différentes façons. Mais toutes ne sont pas aussi judicieuses.



Melissa Thomas



2. DANS L'ESPACE-TEMPS, deux événements séparés par un intervalle du « genre espace », c'est-à-dire tel que $c \Delta t < \Delta x$ (où c est la vitesse de la lumière), ne peuvent influencer l'un sur l'autre (cas des événements E_1 et E_2). Pour qu'il puisse y avoir un lien de causalité, l'intervalle doit être du « genre temps » ($c \Delta t > \Delta x$) : un signal lumineux a alors le temps d'aller d'un événement à l'autre (cas de E_1 et E_3 , ainsi que de E_2 et E_3).

est une propriété absolue, indépendante de l'observateur. De plus, le temps doit être continu afin que l'on puisse définir la vitesse et l'accélération.

Le temps classique doit également être doté d'une notion de durée permettant de quantifier ce qui sépare les événements dans le temps. Pour dire qu'un guépard peut courir à 110 kilomètres par heure, nous devons avoir une mesure de ce qu'est une heure. Et tout comme l'ordre des événements, la durée est indépendante de l'observateur en physique newtonienne.

Pour l'essentiel, Newton supposait donc que le monde est muni d'une horloge maîtresse. La physique newtonienne écoute le tic-tac de cette horloge et d'aucune autre. Newton pensait en outre que le temps s'écoule et que cet écoulement définit une flèche indiquant le futur ; mais ces caractéristiques supplémentaires ne sont pas strictement exigées par les lois newtoniennes.

Le temps de Newton peut nous sembler suranné, mais en y réfléchissant un peu, on peut remarquer à quel point cette conception est étonnante. Ses nombreuses caractéristiques (ordre, continuité, durée, caractère absolu de la simultanéité, écoulement et flèche d'écoulement) sont, en toute logique, indépendantes ; mais l'horloge maîtresse que Newton nommait « temps » les regroupe toutes. Et ce cocktail de caracté-

ristiques était si performant qu'il est resté intact durant près de deux siècles.

Puis vinrent les assauts de la fin du XIX^e siècle et du début du XX^e. Le premier fut donné par Ludwig Boltzmann. Ce physicien autrichien fit remarquer que comme les lois de Newton sont tout aussi valides lorsqu'on renverse le temps (autrement dit, ces lois restent inchangées si l'on y change la variable temporelle t en son opposée, $-t$), le temps n'est pas doté d'une flèche intrinsèque. Pour Boltzmann, la distinction entre passé et futur n'est pas inhérente au temps, mais émerge des asymétries dans l'organisation de la matière dans l'Univers. Bien que les détails de cette proposition soient encore débattus, Boltzmann avait de manière convaincante dépossédé le temps newtonien de l'une de ses caractéristiques.

Einstein lança l'assaut suivant en éliminant la simultanéité absolue. D'après sa théorie de la relativité restreinte, la détermination des événements qui se produisent au même instant dépend du mouvement de l'observateur. La véritable arène des événements n'est ni le temps ni l'espace, mais leur réunion : l'espace-temps. Deux observateurs se déplaçant à des vitesses différentes ne seront pas d'accord sur l'instant ni sur le lieu où se produit un événement, mais ils seront d'accord sur sa localisation