

Ralentir, travaux (intellectuels)

Jean-Marc Lévy-Leblond

Un dialogue entre A., amateur de science, I., ingénieur électronique, et P., physicien théoricien.

I. Tiens, toi qui te plains toujours que tout va de plus en plus vite, tu as vu dans le journal cette nouvelle : les physiciens auraient réussi à ralentir la lumière jusqu'à ce qu'elle se déplace à moins de 100 km/h ! Une voiture la dépasserait...

A. Attends, tu es sérieux ?

I. Oui, c'était dans la très renommée revue scientifique *Nature*, le 25 janvier.

A. Mais je ne comprends pas : depuis bientôt un siècle, on nous rebat les oreilles avec l'idée que la lumière va *toujours* à la même vitesse, dont Einstein a fait une pierre angulaire de sa théorie de la relativité...

I. Écoute, je ne suis qu'ingénieur et pas physicien ; pour les questions fondamentales, il faut demander à un vrai théoricien. D'ailleurs voilà justement P. qui arrive.

P. Je peux vous confirmer l'information, qui n'a d'ailleurs rien de bouleversant. La lumière n'a "sa" vitesse, ces fameux 300.000 km/s, que lorsqu'elle se propage dans le vide. Dans un milieu transparent, elle va moins vite ; dans le verre, par exemple, sa vitesse n'est plus que de 200.000 km/s.

A. Peut-être, mais de là à ralentir jusqu'à 30 mètres par seconde, ne me dis pas que c'est chose banale !

I. De fait, on observe ce phénomène dans un milieu bien particulier, un condensat d'atomes de sodium à une température proche du zéro absolu, qui exhibe des propriétés quantiques pour le moins spéciales.

P. C'est effectivement une prouesse technique impressionnante, mais qui ne remet nullement en cause les fondements de la physique. Il en est de même d'ailleurs de bien des découvertes prétendument révolutionnaires présentées par les médias.

A. Justement : qu'en est-il de cette autre information, qui a aussi fait la une des journaux voici quelques mois, selon laquelle on aurait mis en évidence des phénomènes "plus rapides que la lumière" ? Là au moins, Einstein a dû se retourner dans sa tombe ? Il a quand même bien dit que rien ne pouvait aller plus vite que la lumière ?

I. Désolé de décevoir encore ton légitime appétit de nouveauté, mais, même si c'est peu connu, y compris de nombre de physiciens, la vitesse de la lumière n'est pas une limite absolue ! Selon la relativité d'Einstein, aucun corps matériel, ni aucune information ne peut effectivement se propager plus vite que...

A. ...la lumière, c'est bien ce que j'ai dit, et que contredisent ces expériences, non ?

P. Tu m'interromps trop vite. J'allais te dire qu'il y a des phénomènes qui ne rentrent pas dans ces catégories soumises à la limitation de vitesse.

A. Comment ??? Mais qu'est-ce qui pourrait se propager sans transporter masse, énergie ou information ?

P. Un "phénomène", justement, au sens étymologique — une apparence. Je suis sûr que l'électronicien voit ce que je veux dire.

I. Oui, bien sûr ! La phase d'une onde par exemple ?

P. N'intimidons pas notre ami avec des notions techniques comme la vitesse de phase. Il y a des exemples plus simples. Imaginez une guirlande de Noël clignotante, ou un panneau d'affichage sur lequel défilent des nouvelles, avec des ampoules qui s'allument tour à tour. *Rien* n'interdit à ces ampoules de s'allumer successivement à une vitesse aussi grande que vous le voulez !

A. Pourtant, c'est bien de la lumière qui se propage sur cette guirlande ou cet écran ?

I. Non, non... La lumière va des ampoules à tes yeux — à sa vitesse normale toujours. Le phénomène d'allumage des ampoules, lui, n'est pas lumineux, et sa vitesse est prédéterminée par le délai entre deux ampoules successives, que tu peux régler à volonté. De même, le déplacement d'un point lumineux sur un écran de télé ou d'ordinateur pourrait très bien être plus rapide que la lumière.

P. Et l'exemple peut-être le plus amusant : la vitesse de déplacement d'une ombre n'est limitée par aucun principe physique. Imagine par exemple un réverbère projetant l'ombre d'un passant sur un mur ; plus le mur est éloigné, plus l'ombre s'y déplace rapidement, et elle pourrait en principe aller plus vite que la lumière. Différents effets astrophysiques supralumineux ont été compris dans ce cadre, comme d'ailleurs les expériences de laboratoire auxquelles tu faisais allusion, et qui sont plus spectaculaires que profondes.

A. Me voilà à la fois tout à fait excité par cette révélation — l'ombre qui peut aller plus vite que la lumière ! — et en même temps assez déçu. Dans ma résistance à l'accélération généralisée du monde, je comptais sur les physiciens pour y mettre une borne infranchissable. Finalement, la nature, c'est comme les autoroutes : les limitations de vitesse affichées sont allègrement violées. Les lois physiques ne sont pas beaucoup mieux respectées que les lois tout court !

P. En tout cas quand elles sont mal formulées. Mais de toute façon, cette vitesse-limite est si grande (300.000 km/s), qu'elle est pratiquement infinie à notre échelle, et ne compte guère dans la vie courante.

I. Excuse-moi, mais ce n'est plus tout à fait vrai. La technologie moderne met désormais en œuvre des processus si rapides que la limite d'Einstein commence à faire sentir ses effets. Par exemple, il y a des dispositifs électroniques qui travaillent à l'échelle de la picoseconde (le millionième de millionième de seconde)... Pendant une telle durée, les ondes électromagnétiques parcourent moins d'un millimètre. Les temps de trajet commencent donc à compter, et les futurs ordinateurs optiques devront en tenir compte, et minimiser les longueurs des connexions.

A. Et ces délais sensibles, de la fraction de seconde, que l'on perçoit dans les communications téléphoniques intercontinentales, ne sont-ils pas dus aussi à cette limitation ?

I. En général, ce sont plutôt les temps d'opération des relais sur la ligne qui entrent en jeu, mais tu as raison en principe : par exemple, une communication qui passerait par un satellite géostationnaire, à 36.000 kilomètres de la terre, demanderait quelques dixièmes de seconde, ce qui peut être sensible. Et ne parlons pas des communications avec les sondes interplanétaires, qui peuvent prendre plusieurs heures.

P. Quant à l'Univers lui-même, il faut à la lumière des milliards d'années pour le parcourir. À ces échelles, la lumière ne va pas *si vite* !

A. Reste que cette idée d'une vitesse-limite, même si elle ne s'applique qu'au transport effectif de masse ou d'information, est bien difficile à avaler ! Qu'est ce qui empêcherait une fusée, une fois atteinte la vitesse de la lumière, d'accélérer encore et d'aller plus vite ?

P. Mais tout simplement le fait qu'elle ne peut pas atteindre cette vitesse ! Elle est indépassable parce qu'inatteignable. Plus on s'en rapproche, plus l'inertie d'un corps, sa résistance à l'accélération, augmente — indéfiniment.

A. Alors, c'est un peu comme un horizon, sur une éventuelle Terre plate en tout cas : on voit bien cette ligne, dans une direction définie, mais elle est à l'infini et donc inatteignable.

P. Exactement, et d'ailleurs les physiciens utilisent souvent une autre façon de mesurer la vitesse, valable pour les très grandes valeurs, dans le domaine de la relativité einsteinienne. Cette nouvelle grandeur, qu'ils ont baptisée "rapidité", tend vers l'infini quand la vitesse usuelle tend vers la vitesse-limite. Autrement dit, la vitesse de la lumière, si elle est finie numériquement, peut être considérée comme infinie conceptuellement, ce qui dissipe ou en tout cas atténue les paradoxes usuels.

I. Oui, mais il y a une autre question qui m'intrigue : pourquoi ce privilège accordé à la lumière qui ferait de sa vitesse un étalon universel ? Ne serait-ce pas que la vieille dimension mythique de la lumière comme agent cosmique essentiel continue à marquer la science ? Einstein étaye sa théorie sur l'analyse de communications par signaux lumineux. Mais si on utilisait une autre méthode, ne changerait-on pas notre représentation de l'espace et du temps ?

P. Les présentations usuelles de la relativité pèchent effectivement sur ce point, tu as raison. En vérité, nous savons aujourd'hui que la vitesse-limite possède une signification bien plus profonde, et qu'elle est une caractéristique générale de l'espace-temps, indépendamment du fait, après tout contingent, que c'est aussi la vitesse de la lumière. On ferait mieux de l'appeler par exemple "constante d'Einstein". De fait, la théorie de la relativité régit *tous* les phénomènes physiques, nucléaires aussi bien que lumineux par exemple.

A. Tout ça devient bien compliqué et j'ai peur de m'y perdre. Finalement, par rapport à mes préoccupations humaines banales, je me demande si la physique a quoi que ce soit à me dire. Ses subtiles variations sur le concept de vitesse peuvent-elles m'éclairer quand je cherche à comprendre pourquoi tout va si vite autour de moi ?

P. Pas sûr, effectivement. Tu sais, une science, surtout aussi formalisée que la physique, a besoin pour exercer pleinement sa puissance intellectuelle, d'opérer dans un champ étroitement circonscrit, et la plupart des problèmes, qu'ils soient philosophiques ou politiques, ne trouvent guère d'éclairage dans ces disciplines dont le champ de validité est par nature fort limité.

I. Je te trouve trop pessimiste. Peut-être est-ce justement en nous montrant la difficulté de penser que la science joue un rôle des plus utiles, y compris hors de ses domaines propres. Pour nous en tenir à la notion de vitesse, tu nous a bien montré comment la physique démontre la nécessité d'en détailler et d'en diversifier les significations si l'on ne veut pas tenir des discours si généraux sur "la" vitesse qu'ils en perdraient toute pertinence.

A. Oui, ne pensons pas trop vite ! Peut-être les chemins de la réflexion devraient-ils être mieux signalés : "ralentir, travaux".